



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления крышки

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л52	Ханаев Фаррух Шахарбой угли		28.05.2020г

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков Владимир Сергеевич	к.т.н		28.05.2020г

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Криницына Зоя Васильевна	к.т.н		24.05.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Белоевко Елена Владимировна	к.т.н.		27.05.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Егор Алексеевич	к. т. н.		28.05.2020

Результаты обучения по программе 15.03.01

Код результата	Результаты обучения
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств	
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

(Подпись) _____
(Дата) Ефременков Е. А.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л52	Ханаеву Фарруху Шахарбой угли

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления крышки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	59-58/с от 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	28.05.2020г
--	-------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</p>	<p>1. Чертеж детали 2. Производственная программа выпуска детали – 500 шт/год.</p>
---	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Проектирование технологического процесса изготовления детали 2. Социальная ответственность 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Чертежи детали, сборочный чертеж приспособления, карты техпроцесса.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Коротков Владимир Сергеевич
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Криницина Зоя Васильевна
«Социальная ответственность»	Белоенко Елена Владимировна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.12.2019
--	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков Владимир Сергеевич	К.Т.Н.		16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л52	Ханаев Фаррух Шахарбой угли		16.12.2019

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 98 страниц, 17 рисунков, 29 таблиц, 15 источников.

Ключевые слова: токарная обработка, фрезерная обработка, технологический процесс, допуск, станочное приспособление.

Объектом исследования является деталь «Крышка».

Цель работы является разработка технологической документации на изготовление детали. В процессе исследования был выполнен анализ технологичности детали, разработан технологический процесс, подобраны средства технологического оснащения для изготовления детали, подобраны режимы резания и рассчитаны минимальные припуски на обработку детали, произведен размерный анализ и построено граф дерево для технологического процесса.

В финансовой части проекта был выполнен расчет сметы затрат на выполнение проекта и оценка экономической эффективности проекта.

В части Социальная ответственность выявлены вредные и опасные факторы и предложены мероприятия для устранения этих факторов. В результате исследования был разработан технологический процесс изготовления детали «Крышка». Разработана принципиальная схема специального приспособления и рассчитано усилие зажима детали.

Определения, обозначения, сокращения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями и сокращения:

Токарная обработка – это механическая обработка резанием наружных и внутренних поверхностей вращения, в том числе цилиндрических и конических, торцевание, отрезание, снятие фасок, прорезание каналов, нарезание внутренних и наружных резьб на токарных станках;

Фрезерная обработка – это механическая обработка резанием плоскостей, пазов, лысок, при которой режущий инструмент совершает вращательные движения, а обрабатываемая заготовка поступательное;

Технологический процесс – упорядоченная последовательность взаимосвязанных действий, выполняющихся с момента возникновения исходных данных до получения требуемого результата;

Допуск – разность между наибольшим и наименьшим предельными значениями параметров;

Станочное приспособление – устройство для базирования и закрепления заготовки при обработке на металлорежущем станке;

Сокращения:

ЧПУ – числовое программное управление;

СИЗ – средство индивидуальной защиты;

ПДУ – предельно допустимые уровни;

ПДК – предельно допустимые концентрации;

СОЖ – смазочно-охлаждающая жидкость;

ТС – технологические масла.

Содержание

Введение.....	9
1 Технологическая часть	11
1.1 Исходные данные. Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание	11
1.2 Определение типа производства, форм и методов организации работ	13
1.3 Анализ технологичности конструкции детали	15
1.4 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления.....	18
1.5 Проектирование технологического процесса изготовления детали....	19
1.5.1 Разработка процесс маршрута остальных обработки плоскости поверхностей под заготовки условиям и содержание отрыв технологических наиболее операций	20
1.5.2 Размерный анализ технологического процесса	25
расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров изготовления	25
1.6 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	32
1.7 Расчет и назначение режимов обработки	39
1.8 Нормирование технологического процесса	41
2 Конструкторская часть	46
2.1 Анализ исходных данных.....	46
2.2 Описание работы приспособления и принцип зажимного устройства	47
2.3 Точностной расчет приспособления	51
2.4 Проектирование технологической схемы сборки.....	52
2.5 Выбор зажимных элементов передаточного механизма, определение сил зажима и на исходном звене	53
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	57
3.1 Организация и планирование работ	57
3.1.1 Продолжительность этапов работ	59
3.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	65
3.2.1 Расчет затрат на материалы	65
3.2.2 Расчет заработной платы.....	67
3.2.3 Расчет затрат на социальный налог.....	68
3.2.4 Расчет затрат на электроэнергию	68

3.2.5 Расчет амортизационных отчислений.....	70
3.2.6 Расчет прочих расходов.....	71
3.2.7 Расчет общей себестоимости разработки	71
3.2.8 Расчет прибыли	72
3.2.9 Расчет НДС	72
3.2.10 Цена разработки НИР	72
3.3 Оценка экономической эффективности проекта	72
3.3.1 Определение срока окупаемости инвестиций (PP – payback period)	75
4 Социальная ответственность	81
Введение.....	82
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	82
4.2 Профессиональная безопасность.....	83
4.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов при разработке технологии изготовления детали "Крышка"	84
4.2.1.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	85
Заключение	95
Список использованной литературы.....	95
Приложение Б	97
Приложение В.....	99

Введение

Эффективность производства, его технический прогресс во многом зависит от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемерного внедрения методов технико-экономического анализа.

Повышение эффективности машиностроительного производства на современном этапе определяется повышением качества изделий, снижением трудоемкости, себестоимости и металлоемкости их изготовления.

Более 70% изделий в машиностроении изготавливают в условиях мелкосерийного и серийного производства. Эффективным средством автоматизации мелкосерийного и серийного производства является программное управление металлорежущими станками.

Важной особенностью автоматизации процесса обработки на металлорежущих станках с помощью устройств программного управления, является сохранение станками широкой универсальности. Это дает возможность производить на них обработку всей номенклатуры деталей, которая может быть произведена на универсальных станках соответствующих типов.

Основной задачей рациональной эксплуатации металлорежущих станков с ЧПУ является обеспечение длительной и безотказной обработки на них деталей с заданной производительностью, точностью и шероховатостью обработанной поверхности при минимальной стоимости эксплуатации станков. В парке машиностроения страны доля станков с ЧПУ будет непрерывно увеличиваться при одновременном повышении их технического уровня.

В данной работе приведены результаты проектирования технологического процесса изготовления детали «Крышка» с применением станков с ЧПУ в условиях серийного производства.

При разработке данной выпускной квалификационной работы активно используется САПР «Solidworks».

1 Технологическая часть

1.1 Исходные данные. Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание

Крышка - это деталь тело вращения. Конструкция детали представляет собой взаимное пересечение цилиндрических поверхностей, так же имеется отверстие, расположенное перпендикулярно к оси вращения детали. Крышка предназначена для установки в корпус и позволяет закрыть внутреннюю полость механизма от попадания внутрь грязи, пыли, осадков. Имеются четыре отверстия диаметром 6,5 мм, которые предназначены для крепления крышки.

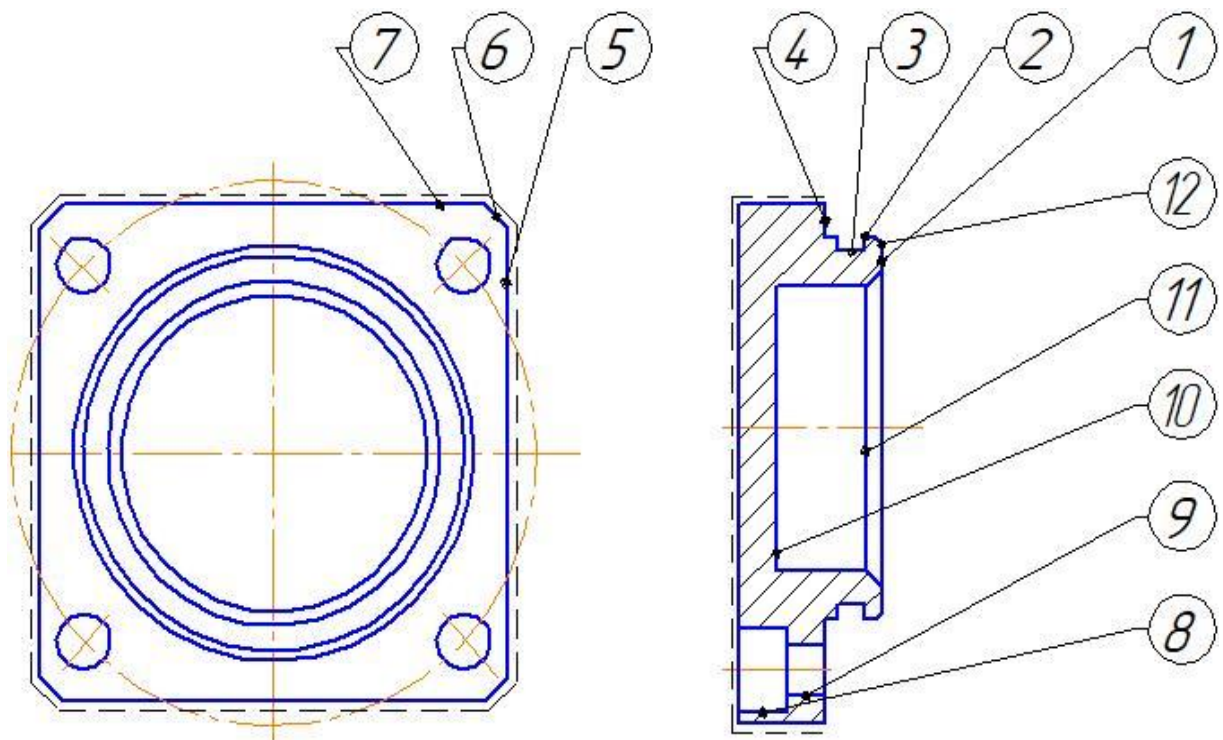


Рисунок 1 - Эскиз заданной детали

Перечислим и пронумеруем обрабатываемые поверхности детали:

- 1 - Торец детали мм; $\varnothing 52 f9_{-0,104}^{-0,030}$
- 2 – Цилиндрическая поверхность мм; $\varnothing 52 f9_{-0,104}^{-0,030}$
- 3 – Цилиндрическая поверхность $\varnothing 48,3 h9_{-0,062} \text{ мм}$;
- 4 – Торец поверхности $58_{-0,074} \text{ мм}$;

- 5 – Поверхность мм; 58_{-0,074}
- 6 – Лыски 2мм; × 45°
- 7 - Торец поверхности 58_{-0,074}мм;
- 8 – 4 отверстия Ø6,5 × 7мм;
- 9 - 4 отверстия Ø11 × 7мм;
- 10 – Отверстие мм; Ø40_{-0,062}
- 11 – Фаска 1мм; × 45°
- 12 - Фаска 2мм. × 45°

Материал детали сплав алюминия марки Д16Т - один из самых востребованных дюралюминиевых сплавов в судостроительной, авиационной и космической промышленности. Главное его преимущество заключается в том, что получаемый из него металлопрокат обладает:

- 1) стабильной структурой;
- 2) высокими прочностными характеристиками;
- 3) в 3 раза более легким весом, чем стальные изделия;
- 4) повышенным сопротивлением микроскопической деформации в процессе эксплуатации;
- 5) хорошей механической обрабатываемостью на токарных и фрезеровочных станках, уступая лишь некоторым другим алюминиевым сплавам., с пределом прочности $\sigma_B = 200$ МПа

Содержание химического состава и механические свойства материала представлены в таблицах 1 и 2 по ГОСТ 4784-97:

Таблица 1.1 – Химический состав Д16Т в процентном содержании (%)

Fe, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	Ti, %	Al, %	Cu, %	Mg, %	Zn, %	Примесей
До 0,5	До 0,5	0,3-0,9	До 0,1	До 0,15	90,9-94,7	3,8-4,9	1,2-1,8	До 0,25	Прочие, каждая 0,05 всего 0,15
Примечание: алюминий – основа; процентное содержание алюминия дано приблизительно									

Таблица 1.2- механические свойства марки Д16Т:

	Металлическая система	σ_{02} , МПа	σ_B , МПа	σ , %	НВ	КСУ, КДж м ²	K_{1C}	σ_{-1} , МПа
Д16Т	Al-Cu-Mg	300	440	20,0	130	250	44	120

В связи с этим, изделия не требуют дополнительной термообработки и позволяет избежать такой распространенной проблемы, как уменьшение размеров заготовок после естественной или искусственной закалки, которая характерна для изделий, выполненных из сплава Д16.

Наиболее точными поверхностями являются:

а) цилиндрическая поверхность 48 \emptyset h9 имеющее шероховатость Ra 2,5, отверстие 52 \emptyset f9 имеющее шероховатость Ra 1,6, отверстие 3,6 \emptyset H13 имеющее шероховатость Ra 2,5.

б) торцевые плоскости имеющее качество точности H14 и шероховатость Ra 3,2.

в) четыре отверстия 6,5/11мм (зависимый допуск 0,02мм на чертеже) \emptyset

Масса детали $m = 0,1$ кг.

На чертеже представлены все виды и разрезы, поясняющие конструкцию детали. Деталь не сложна по конструкции. Конструкция детали ясна. На чертеже имеются все размеры, необходимые для получения заготовки и обработки детали. Предельные отклонения соответствуют качествам и полям допусков ЕСКД. Шероховатость поверхностей указана. Допуски формы расположения поверхностей указаны в соответствии с действующими стандартами.

1.2 Определение типа производства, форм и методов организации работ

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления

операций, закрепленных в среднем по цеху (участку) за каждым рабочим местом в течение месяца согласно ГОСТ 14.004-83.

По ГОСТ 3.1121-84 приняты следующие коэффициенты закрепления операций K_{30} следующие значения:

- мелкосерийное производство; $-20 < K_{30} \leq 40$
- серийное производство; $-10 < K_{30} \leq 20$
- крупносерийное производство; $-1 < K_{30} \leq 10$
- массовое производство $-K_{30} = 1$

$$K_{30} = \frac{k_{д.о.}}{m} \quad (1.1)$$

Где - количество деталяеопераций, выполняемых в данном прооизводственном подразделении в месяц; $k_{д.о.}$

m - количество наименований единиц технологического оборудования, выполняющих эти операции.

Согласно заданию, годовой объем выпуска равен $N= 500$ дет; $m =0.1$ кг. Выбираем мелкосерийное производство, используя таблицу 1.3 по [1, с.41, табл. 2.1]

Таблица 1.3 - Выбор типа производства по годовому выпуску и массе деталей

Производство	Число изготавливаемых деталей одного типоразмера в год, шт.		
	Тяжелых (массой более 100кг)	Средних (массой от 10 до 100кг)	Легких (массой до 10 кг)
Единичное	До 5	До 10	До 100
Мелкосерийное	5-100	10-200	100-500
Среднесерийное	100-300	200-500	500-5000
Крупносерийное	300-1000	500-5000	5000-50000
Массовое	Более 1000	Более 5000	Более 50000

Следовательно, используя таблицу и коэффициент закрепления, принимаем мелкосерийное производство.

Важнейшей особенностью мелкосерийного производства является большая номенклатура изготавливаемых изделий. Для производства изделий используется в основном неавтоматизированное оборудование – металлорежущие станки. В последние годы все чаще в мелкосерийном производстве применяются станки с ЧПУ, которые позволяют изготавливать более сложные детали.

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Под технологичностью конструкции детали понимают совокупность конструкции изделия, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материалов и времени при технологической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации, ремонте и утилизации по сравнению с соответствующими показателями однотипных конструкций изделий того же назначения, при обеспечении установленных значений показателей качества и принятых условиях изготовления, эксплуатации, ремонта и утилизации.

Анализ технологичности ведется, как правило, в два шага: качественный и количественный анализ.

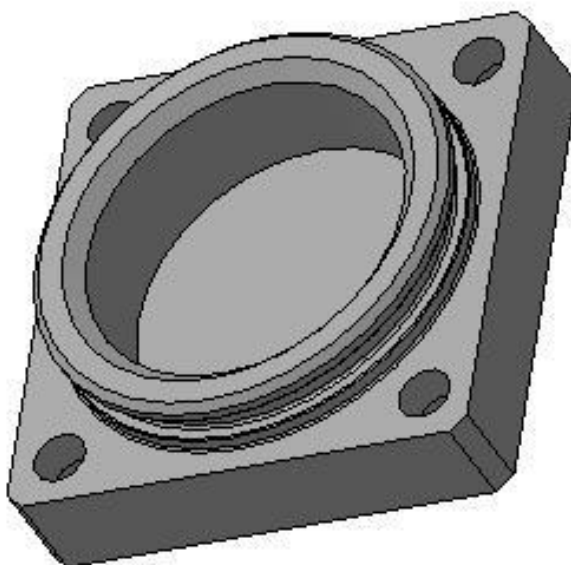


Рисунок 2 – Деталь «Крышка»

Предоставленная деталь технологична - является телом вращения, при эксплуатации данная деталь испытывает постоянные нагрузки, деталь также испытывает колебательные нагрузки (вибрация).

Деталь не считается нетехнологичной, так как:

1. При конструировании изделий используются простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы производства. Предусмотрена удобная и надежная технологичная база в процессе обработки;

2. Конфигурация деталей и их материалы позволяют применять наиболее прогрессивные заготовки, сокращающие объем механической обработки (точное кокильное литье, литье под давлением, объемная штамповка и вытяжка, холодная штамповка различных видов и т.п.);

3. Обоснованы заданные требования к точности размеров и формы детали;

4. Использованы стандартизация и унификация деталей и их элементов;

5. Предусмотрена возможность удобного подвода жесткого высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали.

6. Обеспечена достаточная жесткость детали.

Анализ шероховатости показывает, что большинство поверхностей имеет шероховатость Ra 3,2. Поверхности 48мм и 52 мм должны иметь шероховатость $\emptyset\emptyset Ra 1,25$ и Ra 2,5 соответственно.

Таким образом, на основании изложенного считаем, что деталь имеет необходимую технологичную конструкцию. Ее создание не требует особого оснащения, приспособлений и инструментов.

Количественная оценка технологичности выполняется согласно ГОСТ 14.201–83.

1) Коэффициент точности:

$$K_m = 1 - \frac{1}{IT_{cp}}, \quad (1.2)$$

$$IT_{cp} = \frac{\sum IT_i n_i}{\sum n_i}, \quad (1.3)$$

где, IT_{cp} – средний квалитет точности обработки изделия,

IT_i – квалитет точности i той поверхности,

n_i – число размеров или поверхностей для каждого квалитета точности.

Таблица 1.4 - Данные для поиска коэффициента точности

Квалитет точности, T_i	Количество поверхностей, n_i	$T_i \cdot n_i$
14	12	168
13	1	13
9	2	18
Σ	15	199

$$IT_{cp} = \frac{\sum IT_{cp} \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{199}{15} = 13,3;$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{IT_{cp}} = 1 - \frac{1}{13,3} = 0,92;$$

2) Коэффициент шероховатости:

$$Ra_{cp} = \frac{\sum Ra_i \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (1.4)$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{Ra_{cp}} \quad (1.5)$$

где, R_{ai} – параметр шероховатости i той поверхности, мкм,

n_i – число размеров или поверхностей для каждого параметра шероховатости

Таблица 1.5 - Данные для поиска коэффициента шероховатости

Параметр шероховатости R_{ai} , мкм	Количество поверхностей, n_i	$R_{ai} \cdot n_i$
3,2	11	35,2
2,5	3	7,5
1,6	1	1,6

Продолжение таблицы 1.5

Σ	15	44,3
----------	----	------

$$Ra_{cp} = \frac{\Sigma Ra_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{44,3}{15} = 2,95;$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{Ra_{cp}} = 1 - \frac{1}{2,95} = 0,66;$$

Оба исследуемых коэффициента и по собственным значениям меньше единицы. Анализ полученных коэффициентов показывает, что деталь технологична.

1.4 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления

Для изготовления детали необходимо выбрать заготовку, характеризующуюся лучшим использованием материала и меньшей стоимостью.

Детали типа «Крышка» могут изготавливаться из проката или с использованием штампованной заготовки. Целесообразнее применить прокат.

Стоимость заготовок из проката рассчитывается по :[2, с. 31]

$$S_{заг} = M + \Sigma C_{о.з.}, \quad (1.6)$$

где, -затраты на материал, р;

$\Sigma C_{о.з.}$ - технологическая себестоимость правки, калибрования, резки.

Расчеты затрат на материалы и технологической себестоимости выполняются по формулам:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot S_{отх}, \quad (1.7)$$

где, -масса заготовки, кг; M

$S, S_{отх}$ - цена за 1 кг материала заготовки и цена 1 кг отходов соответственно, р;

q -масса детали, кг;

Под отходами понимается не только разница между массой заготовки и детали (стружка), но и остаток прутка, возникающий по причине неkratности длины заготовки длине прутка.

Сталь горячекатаная круглая по ГОСТ 2590–2006 поставляется в прутках длиной до 2-6 м.

$$\sum C_{0.3.} = \frac{C_{п.з.} \cdot t_{шт}(t_{шт.к.})}{60}, \quad (1.8)$$

где, - приведенные затраты на рабочем месте, р/ч; $C_{п.з.}$

$$C_{п.з.} = C_{ч.з.}^{б.у.} \cdot k_m, \text{ р/ч;} \quad (1.9)$$

$C_{ч.з.}^{б.у.} = 36,3$ р/ч -для серийного производства по [2, с. 43]

$k_m = 1,2$, по [4, с 119, табл3.14]

$t_{шт}(t_{шт.к.})$ - штучное или штучно-калькуляционное время выполнения заготовительной операции, мин.

Штучное или штучно-калькуляционное время рассчитывается по формуле: $t_{шт}(t_{шт.к.})$ [3, с. 22]

$$t_{шт}(t_{шт.к.}) = \frac{L_{рез} + y}{S_m} \varphi, \quad (1.10)$$

где, длина резания при разрезании проката на штучные заготовки (может быть принята равной диаметру проката $L_{рез} L_{рез} = D$), мм;

y — величина врезания и перебега (при разрезании дисковой пилой $y = 68$ мм);

S_m — минутная подача при разрезании (мм/мин); $S_m = 80$;

φ — коэффициент показывающий долю вспомогательного времени в штучном производстве (для мелкосерийного производства) $\varphi = 1,84$;

Тогда:

$$t_{шт}(t_{шт.к.}) = \frac{82+68}{80} 1,84 = 3,45 \text{ мин,}$$

$$\sum C_{0.3.} = \frac{43,56 \cdot 3,45}{60 \cdot 60} = 0,04 \text{ руб,}$$

$$S_{заг} = (0,168 \cdot 300 - (0,168 - 0,1) \cdot 60) + 0,04 = 239,7 \text{ руб.}$$

Заготовка, получаемая из проката, считается более экономичной.

1.5 Проектирование технологического процесса изготовления детали

Проектирование технологического процесса механической обработки

начинается с изучения служебного назначения детали, технических требований к ней, норм точности и программы выпуска, анализа возможностей предприятия по выпуску данной детали.

Задачей проектирования технологического процесса механической обработки является определение такой ее последовательности, при которой наиболее полно используются технологические возможности станков, приспособлений и инструментов, а деталь изготавливается с наименьшими материальными затратами. Технологический процесс должен обеспечивать заданные требования качества и объема выпуска. Соответствовать требуемой производительности, наименьшей себестоимости, безопасности и облегчении труда [1, с.174].

В начале проектирования технологического процесса предварительно устанавливаются виды обработки поверхностей и требования точности, заданные в требованиях к детали. В первую очередь обрабатываются поверхности, которые в дальнейшем будут служить технологическими базами при обработке.

Для отсеивания брака обработку начинают с тех поверхностей, на которых возможны дефекты. Дальнейший маршрут строится на обработке сначала грубых поверхностей, после чего проводят обработку более точных поверхностей. Наиболее легко повреждаемые поверхности обрабатываются в последнюю очередь [1, с.190].

1.5.1 Разработка процесс маршрута остальных обработки плоскости поверхностей под условия заготовки и содержание отдельных технологических операций

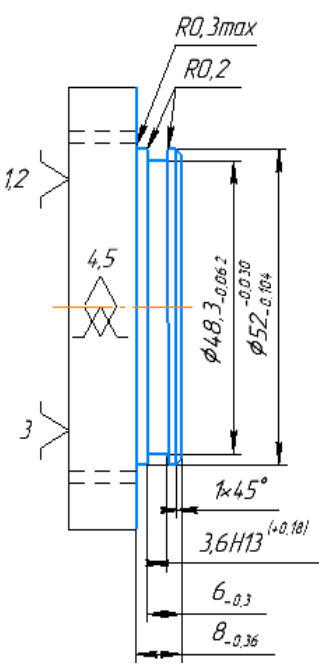
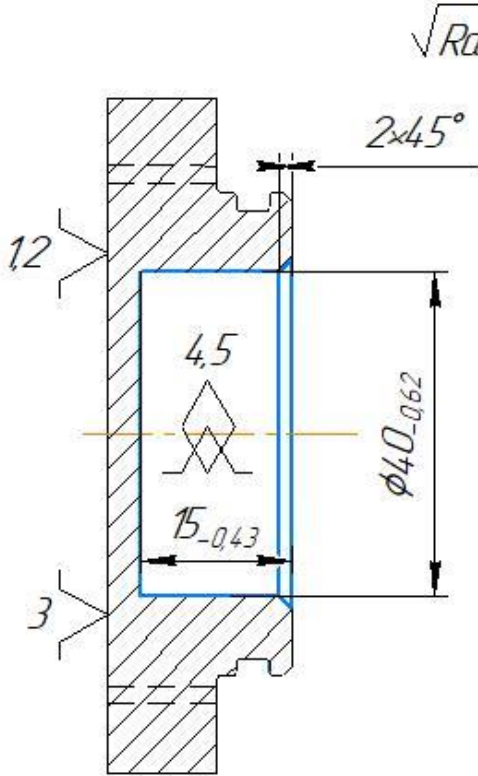
Таблица 1.6 – Технологический процесс изготовления детали

№ Операции	Наименование операции качество и содержание навыки перехода	Операционный эскиз

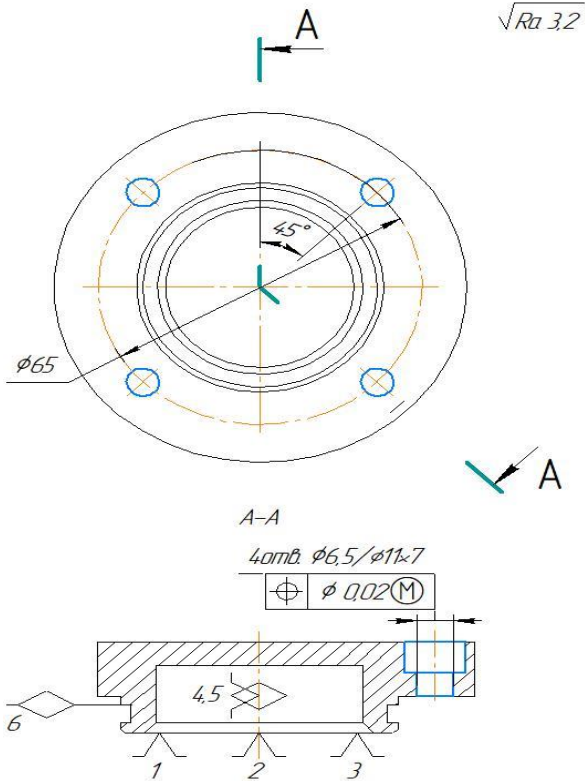
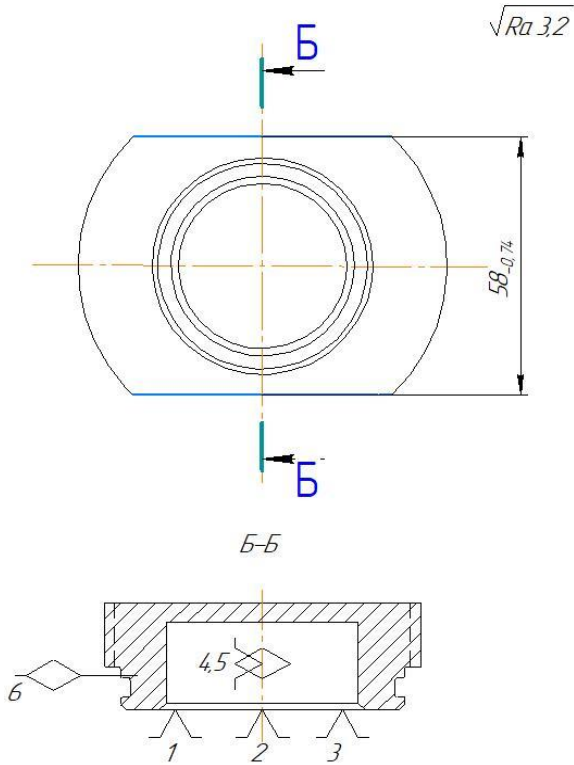
Продолжение таблицы 1.6

005	<p>А.</p> <p>Установить заготовку до упора</p> <p>1. Отрезать заготовку, согласно чертежу</p>	
010	<p>Токарная</p> <p>А. Установить и закрепить заготовку</p> <p>1. Подрезать торец, выдерживая размеры</p>	

Продолжение таблицы 1.6

	<p>Б.</p> <p>Переустановить деталь</p> <p>1.Точить поверхность мм, на длину мм, предварительно сняв напуски $\phi 52_{-0,104} 8_{-0,36}$</p> <p>2.Снять фаску $1 \times 45^\circ$</p> <p>3.Точить поверхность мм, на длину мм $\phi 48,3_{-0,62} 3,6^{+0,18}$</p>	 <p>Technical drawing of a shaft. The drawing shows a shaft with a central section of length 3,6 mm and diameter $\phi 48,3_{-0,62}$. The total length of the shaft is 8 mm. The diameter of the shaft is $\phi 52_{-0,104}$. The surface finish requirement is $\sqrt{Ra} 3,2$. The drawing also shows a chamfer of $1 \times 45^\circ$ and a fillet radius of $R0,2$. The drawing is labeled with '12' and '3' on the left side.</p>
	<p>4. Расточить отверстие , на длину мм $\phi 40_{-0,62} 15_{-0,43}$</p> <p>5. Снять фаску $2 \times 45^\circ$</p>	 <p>Technical drawing of a hole in a shaft. The drawing shows a hole with a diameter of $\phi 40_{-0,62}$ and a length of 15 mm. The hole is located in a shaft with a diameter of $\phi 52_{-0,104}$. The surface finish requirement is $\sqrt{Ra} 3,2$. The drawing also shows a chamfer of $2 \times 45^\circ$ and a fillet radius of $R0,2$. The drawing is labeled with '12' and '3' on the left side.</p>

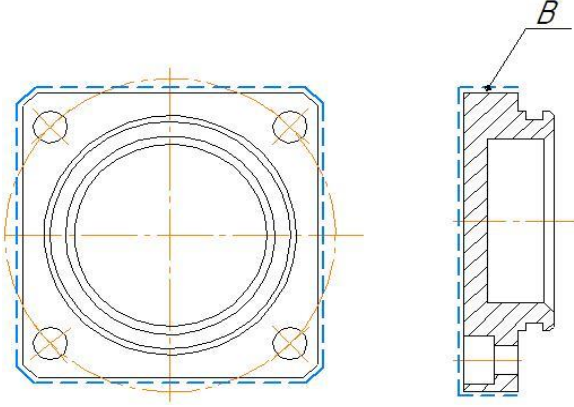
Продолжение таблицы 1.6

<p>015</p>	<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <p>А. Установить и снять заготовку</p> <p>1. Сверлить 4 отверстия мм, на всю толщину крышки, согласно чертежу $\phi 6,5$</p> <p>2. Фрезеровать 4 отверстия мм, $\phi 11_{-0,74}$ на глубину мм, выдерживая взаимный допуск, согласно чертежу $y7_{-0,36}$</p>	 <p>Technical drawing of a circular part. The top view shows a circle with a diameter of 65 mm and four holes arranged in a square pattern. A section line A-A is indicated. The side view shows a cross-section with a 45-degree chamfer and a hole with a diameter of 11 mm. A surface texture symbol is present.</p>
	<p>1. Фрезеровать заготовку, выдерживая размеры мм $58_{-0,74}$</p>	 <p>Technical drawing of a hexagonal part. The top view shows a hexagon with a central hole and a section line B-B. The side view shows a cross-section with a 45-degree chamfer and a hole with a diameter of 11 mm. A surface texture symbol is present.</p>

Продолжение таблицы 1.6

	<p>Б.</p> <p>Переустановить заготовку</p> <p>1.Фрезеровать заготовку, выдерживая размеры мм $58_{-0,74}$</p> <p>2.Фрезеровать фаски 2 мм× 45°</p>	<p>Technical drawing of a square flange with a central hole. The outer square has a side length of $58_{-0,74}$ mm. The central hole has a diameter of 4.5 mm. The drawing shows a top view with a section line B-B and a side view. The side view shows a thickness of 4 mm and a 45-degree chamfer. Surface texture is indicated as $\sqrt{Ra 3,2}$.</p>
020	<p>Слесарная</p> <p>Маркировать номер детали, согласно технологического паспорта, шрифтом 3-Пр3 ГОСТ 26.020-80</p> <p>Острые кромки притупить, заусенцы запилить</p>	<p>Technical drawing of a vertical rectangular part with a central hole. The drawing shows a side view with a section line B-B. The part has a complex profile with multiple steps and a central hole.</p>
025	<p>Контрольная</p> <p>Контролировать деталь согласно чертежу</p>	

Продолжение таблицы 1.6

030	Промывка Промыть деталь	
035	Покрытие Нанести покрытие Ан.Окс.; поверхность В- грунтом эпоксидным, согласно чертежу	
040	Контрольная Контролировать размеры, согласно чертежу.	Стол ОТК
045	Молярная Покрыть акриловым лаком	
050	Контрольная Контролировать деталь о кончательно. Размеры, допуски формы взаимного расположени я поверхностей, парамет ры шероховатости, согла сно чертежу.	Стол ОТК

1.5.2 Размерный анализ технологического процесса расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров изготовления

Размерный анализ выполняется после того, как технологический процесс изготовления детали в значительной степени уже спроектирован. выбран вид и способ получения исходной заготовки, определено

содержание содержание операций механической обработки, выбрано оборудование и технологическая оснастка для их исполнения.

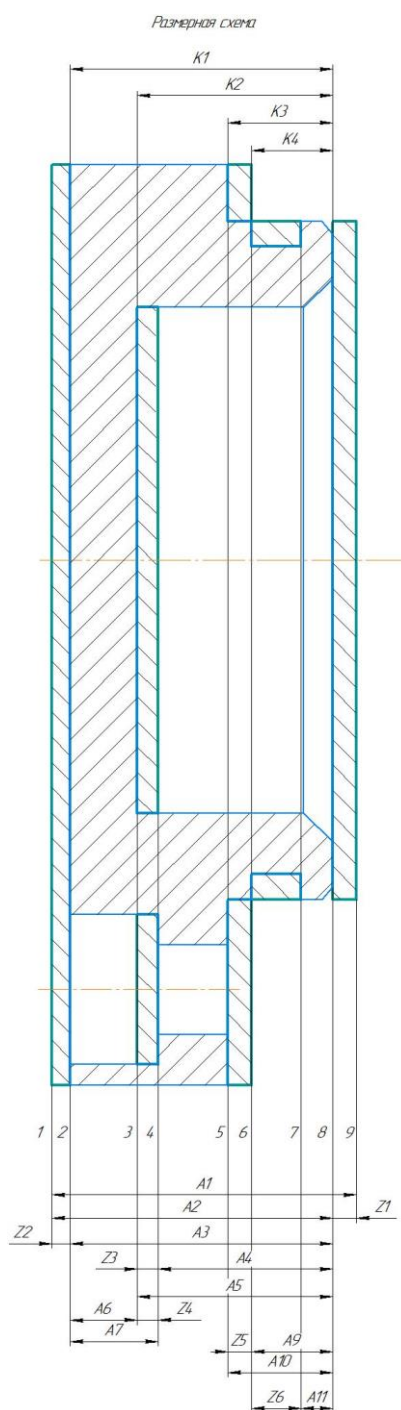


Рисунок 3 - Размерная схема (осевые размеры)

Для облегчения составления размерных цепей, на базе расчётной схемы строится граф технологических размерных цепей.

Граф для продольной размерной схемы изготовления «Крышка» представлена на рисунке 1.4.

Граф технологических размеров

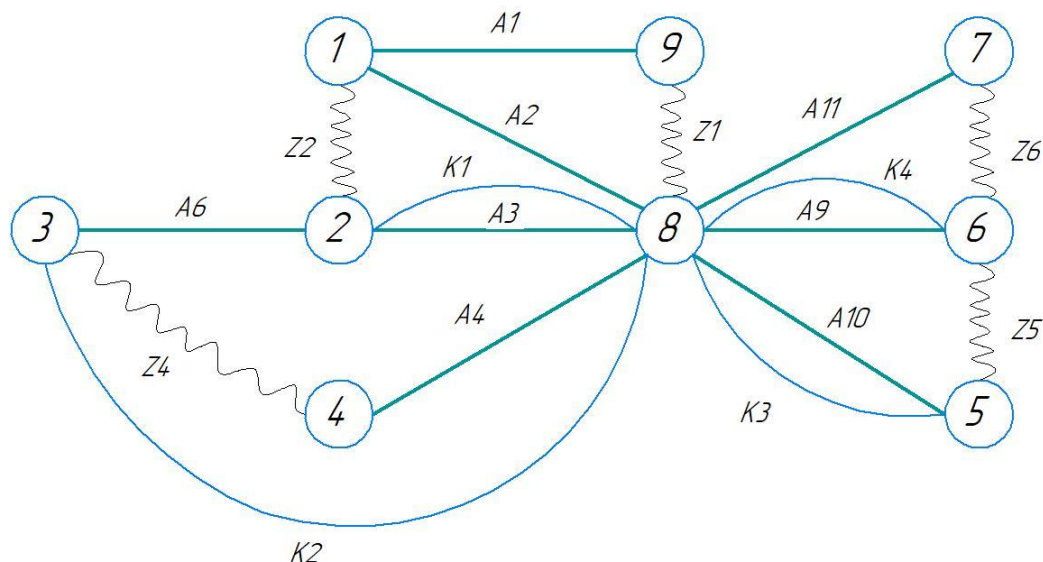


Рисунок 4 - Граф технологических размеров

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допуски размеров, получаемых на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности. Эти таблицы включают в себя статистические данные по погрешностям размеров заготовок, обрабатываемых на различных металлорежущих станках. Величина допуска непосредственно зависит от вида и метода обработки, используемого оборудования, числа рабочих ходов и размера обрабатываемой поверхности.

Существует два метода определения минимальных припусков на обработку: нормативный и расчетно-аналитический.

При нормативном методе значения находят непосредственно по таблицам, которые составлены путем обобщения и систематизации производственных данных $Z_{i \min}$.

При расчетно-аналитическом методе находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее полно учесть

конкретные условия обработки. $Z_{i \min}$

Расчет минимальных значений для диаметральных и осевых припусков производим по формулам:

$$Z_{i \min}^D = 2 \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right); \quad (1.11)$$

$$Z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}; \quad (1.12)$$

где: – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм; Rz_{i-1}

h_{i-1} – толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм;

ε_{i-1} – погрешность установки и закрепления, мкм.

Суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности определяется по формуле:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\phi}^2 + \rho_p^2}; \quad (1.13)$$

$$\rho_{\phi} = D\Delta K; \quad (1.14)$$

$$\rho_p = L\Delta K; \quad (1.15)$$

где: – диаметр заготовки, мм; D

– длина заготовки, мм. L

ΔK – кривизна профиля сортового проката.

Тогда пространственное отклонение равно:

$$\Delta K = 0,5$$

$$\rho_{\phi} = 82 \cdot 0,5 = 41 \text{ мкм};$$

$$\rho_p = 26 \cdot 0,5 = 13 \text{ мкм};$$

$$\rho = \sqrt{41^2 + 13^2} = 42 \text{ мкм}.$$

Погрешность установки и закрепления определяется по формуле:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2}; \quad (1.16)$$

$$\varepsilon_1 = 32 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_2 = 0,25\sqrt{TD^2 + 1} = 0,25\sqrt{1^2 + 1} = 0,35 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon = \sqrt{32^2 + 0,35^2} = 30 \text{ мкм.}$$

где: – погрешность, зависящая от диаметра поверхности, мкм; ε_1

ε_2 – погрешность, зависящая от допуска на диаметр проката, мкм.

Расчет припусков на механическую обработку производится расчетно-аналитическим методом и по таблицам [4, с.178-196.]

Расчет припусков и их определение по таблицам могут производиться только после выбора оптимального для данных условий технологического маршрута и способа получения заготовки.

Для получения квадратного сечения детали 58x58x12мм, будем использовать программу Компас-3Д, где опишем окружностью данное сечение. Получили размер $\varnothing 82$, выбираем ближайший диаметр круглого проката мм по ГОСТ 21488-76. $\varnothing 85_{-1,40}$

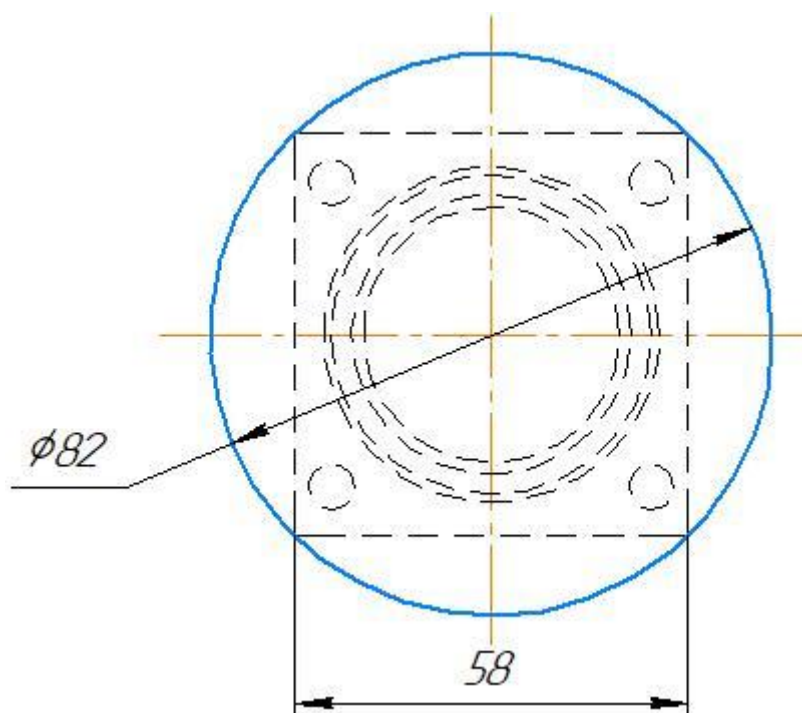


Рисунок 5 - Эскиз заготовки

Произведем расчет минимального припуска на механическую обработку наибольшего наружного размера $\varnothing 52f9\left(\begin{smallmatrix} 0,030 \\ -0,104 \end{smallmatrix}\right)$:

Соответственно заданным условиям устанавливаем маршрут обработки наиболее точно обрабатываемой ступени $\varnothing 52f9(-_{0,104}^{0,030})$:

- черновое точение;
- чистовое точение;

Так как выбранная оснастка позволяет обеспечить обработку до 9 квалитета с данной шероховатостью, без операции шлифования.

2. Точность и качество поверхности сортового проката после механической обработки обеспечивается следующим способом обработки, согласно: [4, с. 180, табл. 2]

Таблица 1.7 – Маршрут для поверхности $\varnothing 52f9$:

Наружная поверхность	$\varnothing 52f9$		
	Квалитет	$R_z, \text{мкм}$	$h, \text{мкм}$
Черновое точение	12	63	60
Чистовое точение	9	10	20

4. Расчет припусков.

А) Минимальный припуск на наружный диаметр (припуск двусторонний), по формуле :[4, с. 176]

1. черновое точение: $= 1,244 \text{ мм } z_{\min 1} = 2 \cdot (125 + 120 + 377) = 2 \cdot 622$
2. чистовое точение: $= 0,292 \text{ мм } z_{\min 2} = 2 \cdot (25 + 25 + 33) = 2 \cdot 146$

Б) Графа «Расчетный размер» заполняется, начиная с конечного размера путем прибавления расчетного припуска каждого технологического перехода:

$$d_{p2} = 51,87 + 0,292 = 52,162 \text{ мм};$$

$$d_{p1} = 52,162 + 1,244 = 53,406 \text{ мм}.$$

Наименьшие предельные размеры заносим в таблицу.

В) Максимальный припуск на наружную поверхность [4, с. 176], допуски по [4, с. 192, табл.32]:

$$2z_{\max 1} = 2z_{\min 1} + TD_i \quad (1.17)$$

где, $TD_{\text{заг}} = 1100 \text{ мкм}$ – допуск на размер диаметра заготовки;

$TD_1 = 120$ мкм – допуск на размер при черновом точении до 12 квалитета;

$TD_2 = 30$ мкм – допуск на размер при чистовом точении до 9 квалитета;

Тогда наибольшие предельные размеры по переходам:

$$51,87+0,030 = 51,9 \text{ мм};$$

$$51,9 +0,120 = 52,02\text{мм};$$

$$52,02+1,1=53,12\text{мм}$$

Г) Расчет фактических максимальных и минимальных припусков производим, вычитая соответственно значения наибольших и наименьших предельных размеров, соответствующих выполняемому и предшествующему технологическим переходам.

Расчет припусков на обработку $\varnothing 52f9$ сводим в таблицу 1.8, в которой последовательно записываем маршрут обработки поверхности и все значения элементов припуска.

Таблица 1.8 - Расчет припусков на обработку $\varnothing 52f9$:

Технологический переход	Элементы припуска, мкм			Расчетный припуск, мкм	Расчетный размер, d_p мм	Допуск δ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения, мкм	
	R_z	h	Δ				d_{max}	d_{min}	z_{max}	z_{min}
Заготовка	200	250	377	-	53,406	1100	53,5	53,406	-	-
Черновое точение	25	25	23	2·622	52,162	120	52,26	52,162	4,55	2,15
Чистовое точение	5	15	8	2·146	51,87	30	51,97	51,87	0,29	0,18

Общие припуски:

$$z_{o \max} = 4,84\text{мм}=4840 \text{ мкм};$$

$$z_{o \min} = 2,33\text{мм}=2330 \text{ мкм};$$

Определяем номинальный припуск:

$$z_{\text{ном}} = 2,33 - 0,03 - 0,104 = 2,2 \text{ мм};$$

Таблица 1.9 – Припуски на размеры заготовки без напусков:

Размер	Припуск	Допуск	Размер заготовки
Ø85	-	$\begin{pmatrix} \\ -1,40 \end{pmatrix}$	Ø85
Ø52	2·1,1	$\begin{pmatrix} +0,1 \\ -0,7 \end{pmatrix}$	54,2
20	2·2,4	$\begin{pmatrix} +1,4 \\ -0,8 \end{pmatrix}$	24,8

1.6 Выбор оборудования и технологической оснастки

Следует выбирать оборудование с наименьшей стоимостью и наиболее универсальное. Выбор следует начинать со стандартного оснащения. В том случае, когда стандартного оснащения недостаточно, производится выбор и проектирование специального оснащения.

Вторым по значимости аспектом считаются габариты рабочей зоны станка, которые обязаны отвечать размерам заготовки с учётом размеров приспособлений. Следующим аспектом считается соответствие станка нужной точности обработки.

Обеспечив соблюдение данных трёх ведущих требований, осуществим выбор модели с поддержкой паспортов станков и каталогов металлорежущего оборудования. Подобранный станок обязан давать возможность работы на подходящих режимах резания, отвечать по мощности и производительности.

Станок обязан позволять взаимное движение детали и инструмента по командам без использования вещественного аналога обрабатываемой детали, данных устройств подач по разным координатам с целью обеспечения необходимой точности обработки криволинейных контуров детали; сокращения изнашивания и нагрева механических узлов.

Ленточно-отрезная операция 005:

Выбираем абразивно-отрезной станок 8544:

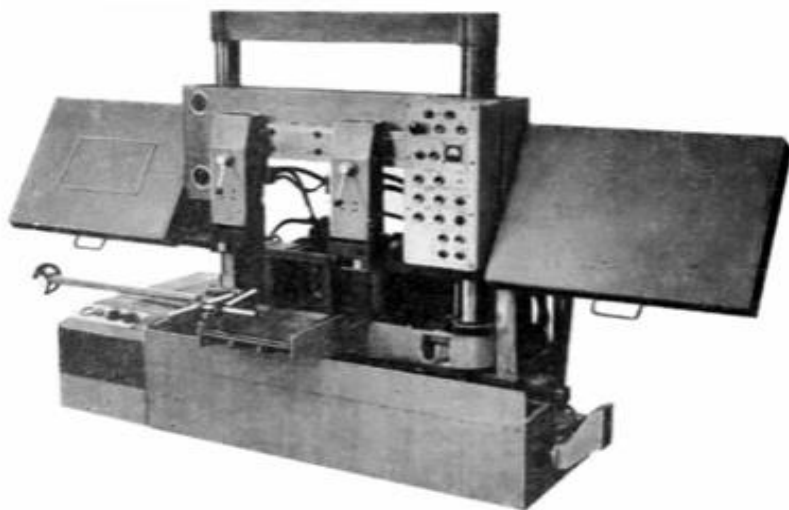


Таблица 1.10 - Технические характеристики 8544:

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки	355мм
Скорость резания	10-100 м/мин
Мощность станка	2,8 кВт
Габариты станка	3045×3060×1790

Режущий инструмент: Ленточная пила

В качестве технологической оснастки выбираем: тиски

Токарная операция с ЧПУ 010:

Выбираем токарно-винторезный с ЧПУ 16K20Ф1



Таблица 1.11 - Главные характеристики этой модели и ее аналогов:

Класс точности обработки поверхности:	H;
Допустимый наибольший диаметральный размер детали, располагаемой над суппортом:	220мм;
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки	400 мм;
Наибольший вес обрабатываемой детали, которую можно зажать в патроне, составляет:	300 кг;
Частоты при обратном вращении изменяются в пределах:	12,5 – 2000 оборотов за минуту;
Пределы скоростей вращения шпинделя	1600 об/мин
Число ступеней прямого шпиндельного вращения составляет	23
Крутящий момент может достигать	2 кН*м;
Мощность станка	11 кВт
Габариты станка	2795×1190×1500

В качестве оснастки выбираем: патрон самоцентрирующий спиральный инструмент.

Заказ, доставка и установка новых станков или оборудования могут занять значительное время. В таких случаях в качестве альтернативы выступают разнообразные технологические инструменты и оснастка.

Технологические инструменты и оснастки подразумевают под собой ряд приспособлений, нацеленных на повышение эффективности и расширение производственных возможностей. Чаще всего их используют в случае, когда предприятию необходимо расширить свой ассортимент продукции с минимальными затратами в короткие сроки. Технологическая оснастка токарных станков позволяет ощутимо расширить производительные и функциональные возможности.

В данной работе мы будем использовать инструменты от компании ZCC-CT- Zhuzhou Cemented Carbide Cutting Tools Co., Ltd. Компания ZCC-CT способна изготовить и поставить по всему миру режущий инструмент высокого качества.

Пластина – YBC152-CNMG120404-WG (Wiper), улучшенного поколения сплавов для точения стали.

Таблица 1.12 - Данные о пластине

C	N	M	G	12	04	04	WG	YBC152
		До- пуск $\pm 0,08$ $\pm 0,18$	Форма пластины 	Длина кромки	Тол- щина Плас- тины 4,76 мм	Ради- ус 0.04 мм		Твердый сплав с покрытием CVD (P10-P20). Подходит для чистой и получистой токарной обработки стали.

Применение пластин с зачистной технологией позволяет улучшить качество поверхности и, таким образом, снижает необходимость шлифовальных операций. Геометрическая точность, обработанной поверхности повышается. Зачистная пластина отличается специальной модификацией радиуса закругления вершины.

Таким образом, при одинаковой подаче, по сравнению с обычной токарной пластиной, достигается значительное улучшение качества поверхности. При увеличении подачи в два раза для достижения более высокой производительности чистота обработки поверхности сохраняется.

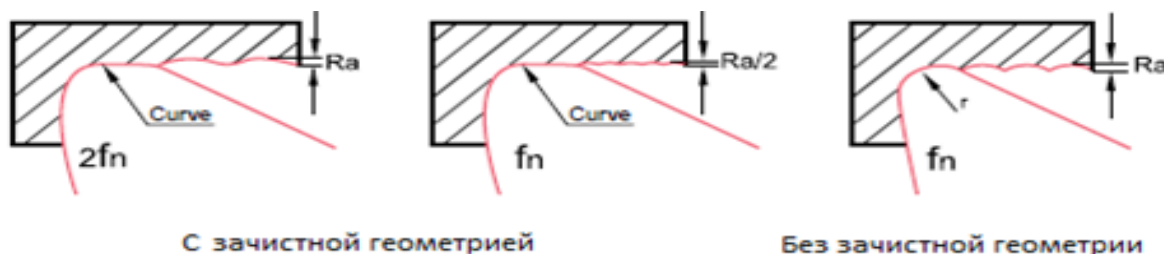


Рисунок 1.6 – Шероховатость.

При чистовой получистой обработке требуется высокая чистота получаемой поверхности. Благодаря зачистной технологии, данное

требование может быть реализовано при более высокой подаче. Дальнейшим преимуществом является увеличение производительности.

1. Державка для резца DCLNR/L-2020K12.

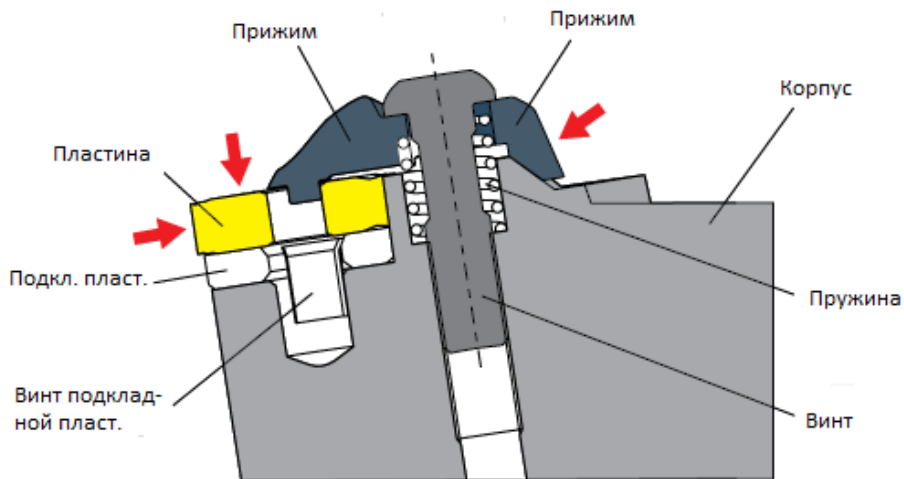


Рисунок 7 - Державка для резца DCLNR/L-2020K12.

Крепление повышенной жесткости типа D. Двойной специально разработанный прижим производится одним движением руки. Он обеспечивает надежную фиксацию пластин, высокую точность позиционирования и плотность затяжки для длительного срока эксплуатации и точности обработки.

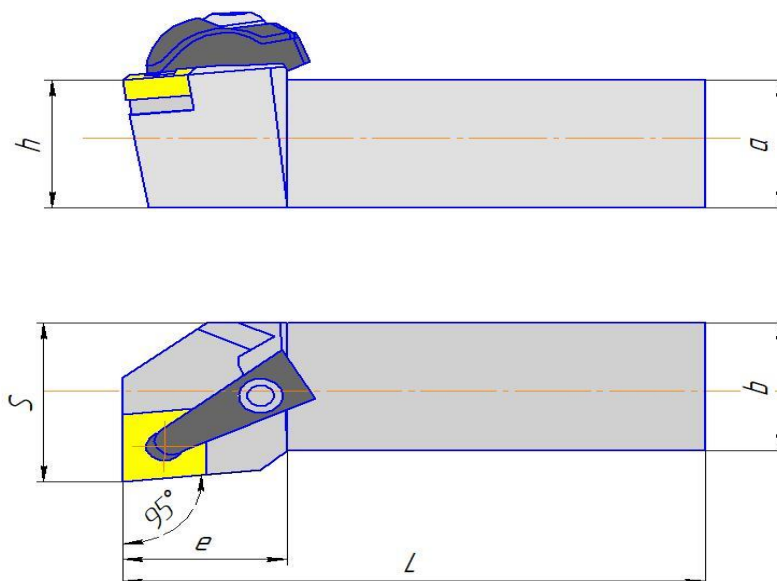


Рисунок 8 – Механический резец

Таблица 1.13 - Комплектация

Обозначение	Размеры						Винт	Подкладная пластина	Ключ	Прижим	Винт подкладной пластины	Пружина
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>h</i>	<i>s</i>	<i>e</i>						
DCLNR/L-2020K12	20	20	125	20	25	28	CM6×25C	C12BM	WH40L	C2RA	SM6×10XA1	SPR4

Высокая точность воспроизведения, превосходное крепление.
 Длительный срок эксплуатации благодаря надежности крепления.
 Высокий ресурс прочности.

Операция фрезерная с ЧПУ 015:

Выбираем станок фрезерный станок с ЧПУ AMAN 3040 4axis 800W (Z=13)



Таблица 1.14 - Технические характеристики:

Размер рабочей области (X,Y):	300×400 мм
Высота рабочей области (Z):	130 мм
Цанговый патрон:	ER11
Мощность шпинделя:	800 Вт
Максимальная рабочая подача:	2000 мм/мин
Системы аварийной защиты:	Кнопка аварийной остановки
Поддерживаемое программное обеспечение:	ArtCAM / MasterCAM / SolidCAM / SprutCAM / PowerMill/Type 3 и прочие
Поддерживаемые операционные системы:	Windows XP/7/8/10 (32/64)
Мощность станка	1,1-1,8 кВт
Габариты станка	5200×600×460

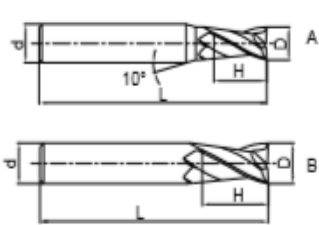
В качестве оснастки выбираем: поворотный стол

Инструменты:

Четырехзаходная спиральная фреза PE-2E-D6.0мм, с покрытием ALTiN
:[ZCC – Tools , с. 264]

PM-2E



	D, (мм)	d, (мм)	H, (мм)	L, (мм)	Зубы, шт;	YBC152
	6.0	6	16	50	2	Твердый сплав с покрытием CVD (Аналог русского Р 10-Р20). Подходит для чистовой и получистовой фрезерной обработки стали.

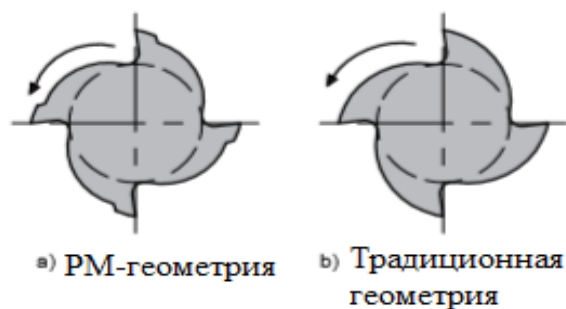


Рисунок 9 – Отличие геометрии от традиционной.

Фрезеруемые материалы: алюминий, латунь, чугун, сталь.

Приспособление: специальное станочное приспособление (раздел 2).

1.7 Расчет и назначение режимов обработки

Операция заготовительная 005:

Обрабатываемый материал Д16Т, мм: $\varnothing 85_{-1,40}$.

Инструмент: ленточная пила ГОСТ 53924-2010 (Все коэффициенты взяты по [4, с. 261 – 303]):

Скорость резания берем по таблице:

$$V = 12 \text{ м/мин};$$

$$S_M = 0,1 \text{ мм/мин};$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 12}{3,14 \cdot 85} = 45 \text{ об/мин};$$

Операция токарная с ЧПУ 010(черновая):

Инструмент: усовершенствованный расточной резец YDC152 CNMG120404-WG. (Данные берутся по каталогу ZCC-СТ, с. A23-A51) и по [4, с. 261 – 303]):

$$t = 0,65 \text{ мм}; \quad S_o = 0,4 \text{ мм/об}; \quad V = 250 \text{ м/мин}; \quad 2 \text{ прохода.}$$

Тогда:

Расчет частоты вращения:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 250}{3,14 \cdot 85} = 936 \text{ об/мин, для поверхности } 85 \text{ мм}; \varnothing$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 250}{3,14 \cdot 52} = 1531 \text{ об/мин, для поверхности } 52,5 \text{ мм}; \emptyset$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 250}{3,14 \cdot 48,3} = 1648 \text{ об/мин, для поверхности } 48,3 \text{ мм}; \emptyset$$

По паспорту станка принимается ; $n_1 = 1000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$, $n_2 = \frac{1600 \text{ об}}{\text{мин}}$, $n_3 = \frac{1600 \text{ об}}{\text{мин}}$

Расчет силы резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y V^n K_p = 10 C_p t^x s^y V^n K_{mp} \cdot K_{\phi p} = 10 \cdot 300 \cdot 0,65^{0,1} \cdot 0,4^{0,75} \cdot 250^{-0,15} \cdot 0,9 \cdot 0,7 = 2084 \text{ Н}$$

Эффективная мощность резания:

$$N_3 = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2084 \cdot 250}{1020 \cdot 60} = 8,5 \text{ кВт};$$

Операция токарная с ЧПУ 010 (чистовая):

Инструмент: усовершенствованный
расточной резец YBC152 CNMG120404-WG. (Данные берутся по каталогу ZCC-CT, с. A23-A51) и по [4, с. 261 – 303]):

$$t = 0,45 \text{ мм}; \quad S_0 = 0,4 \text{ мм/об}; \quad V = 250 \text{ м/мин}; \quad 1 \text{ проход.}$$

Тогда:

Расчет силы резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y V^n K_p = 10 C_p t^x s^y V^n K_{mp} \cdot K_{\phi p} = 10 \cdot 300 \cdot 0,45^{0,1} \cdot 0,4^{0,75} \cdot 250^{-0,15} \cdot 0,9 \cdot 0,7 = 330 \text{ Н}$$

Эффективная мощность резания:

$$N_3 = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{330 \cdot 250}{1020 \cdot 60} = 1,3 \text{ кВт}$$

Операция фрезерная с ЧПУ 015:

Инструмент: Четырехзаходная спиральная фреза PE-2E-D6.0 мм, с покрытием ALTiN. (Данные берутся по каталогу ZCC-CT, с. A264) и по [4, с. 261 – 303]):

Для фрезерования $\emptyset 6,5$ и $\emptyset 11/7$ мм соответственно.

По таблицам: $t = 0,3 \text{ мм}$ ($t_0 = 23 t$), за 23 проходов (совместно 46 проходов);
 $S_z = 0,16 \text{ мм/зуб};$

Расчет минутной подачи:

$$S = S_z \cdot z \cdot n = 0,16 \cdot 2 \cdot 500 = 160 \text{ мм/мин}$$

Расчет поправочного коэффициента:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 0,94;$$

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \left(\frac{750}{800} \right)^1 = 0,94.$$

Расчет скорости резания:

$$V_{\phi 6,5} = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} = 14 \text{ м/мин}; K_v \frac{12 \cdot 6,5^{0,2}}{60^{0,26} \cdot 0,3^{0,3} \cdot 0,16^{0,25} \cdot 8^{0,2}} 0,94 \approx$$

$$V_{\phi 11} = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} = 14 \text{ м/мин}; K_v \frac{12 \cdot 6,5^{0,2}}{60^{0,26} \cdot 0,3^{0,3} \cdot 0,16^{0,25} \cdot 8^{0,2}} 0,94 \approx$$

Примем скорость 14 м/мин; $V_{\text{общ}} =$

Расчет частоты вращения:

$$n = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 14}{3,14 \cdot 10} = 445 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка принимаем $n = 500$ об/мин.

Расчет силы резания:

$$P_{z1} = \frac{10 C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot Z}{D^q \cdot n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,3^{0,86} \cdot 0,16^{0,72} \cdot 5^{1,1} \cdot 2}{8^{0,86} \cdot 500^0} 0,9 = 75 \text{ Н};$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{560}{750} \right)^{0,3} = 0,9;$$

Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z D_{\text{фр}}}{2 \cdot 100} = \frac{225 \cdot 8}{200} = 3 \text{ Н·м};$$

Эффективная мощность резания:

$$N_{\text{э}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{225 \cdot 17}{1020 \cdot 60} = 0,06 \text{ кВт.}$$

Данные результаты расчетов сводим в карту технологического процесса (граф. материал ИШНПТ 035.00.00.002)

1.8 Нормирование технологического процесса

Расчет основного времени:

Основное время – время, затрачиваемое на перемещение инструмента на

рабочей подаче. Расчет основного времени производят на основании следующей зависимости:

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}, \text{ мм}$$

где, L - расчётная длина обработки, мм;

i - число рабочих ходов;

S - подача, мм/об (мм/мин);

n - частота вращения шпинделя, об/мин;

Расчетную длину обработки определяют как:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3, \text{ мм}$$

где, l - размер детали на данном переходе, мм;

l_1 - величина подвода инструмента, мм;

l_2 - величина врезания инструмента, мм;

l_3 - величина перебега инструмента, мм.

Величины подвода и перебега для токарной, сверлильной и фрезерной принимаем равной 1 мм.

Величина врезания инструмента в каждом конкретном случае определяется как:

$$l_2 = \frac{t}{\tan \varphi},$$

где, t - глубина резания, мм;

φ - угол в плане.

Операция токарная с ЧПУ 010:

$$t_{01} = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + l_2 + l_3)}{S \cdot n} = \frac{87}{0,04 \cdot 1000} = 2,18 \text{ мин};$$

$$t_{02} = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + l_2 + l_3)}{S \cdot n} = \frac{57}{0,04 \cdot 1600} = 0,89 \text{ мин};$$

$$t_{03} = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + l_2 + l_3)}{S \cdot n} = \frac{50}{0,04 \cdot 1600} = 0,78 \text{ мин};$$

Операция фрезерная с ЧПУ 015:

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + l_2)}{S_m} = \frac{2 \cdot (0,3 \cdot 23) + 2 + 8}{0,16 \cdot 500} = 0,3 \text{ мин};$$

Расчет вспомогательного времени:

Вспомогательное время для операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, измерение детали.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{з}} + t_{\text{изм}};$$

где, $t_{\text{уст}}$ - время на установку и снятие детали;

$t_{\text{з}}$ - время на закрепление детали;

$t_{\text{изм}}$ - время измерения детали.

Найдем вспомогательное время для каждой операции:

Операция токарная с ЧПУ 010

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{з}} + t_{\text{изм}} = 0,95 \text{ мин};$$

Операция фрезерная с ЧПУ 015

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{з}} + t_{\text{изм}} = 1,2 \text{ мин};$$

Расчет оперативного времени

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}},$$

Операция токарная с ЧПУ 010:

$$t_{\text{оп}} = t_{01} + t_{02} + t_{03} + t_{\text{в}} = 2,18 + 0,89 + 0,78 + 0,95 = 4,8 \text{ мин};$$

Операция фрезерная с ЧПУ 015:

$$t_{\text{оп}} = t_{01} + t_{\text{в}} = 0,3 + 1,2 = 1,5 \text{ мин};$$

Расчет времени на обслуживание рабочего места

$$t_{\text{обс}} = \alpha \cdot t_{\text{оп}},$$

Найдем время обслуживания рабочего места для каждой операции:

Операция токарная с ЧПУ 010:

$$t_{\text{обс}} = 0,03 \cdot 4,8 = 0,15 \text{ мин};$$

Операция фрезерная с ЧПУ 015:

$$t_{\text{обс}} = 0,03 \cdot 1,5 = 0,05 \text{ мин};$$

Расчет времени на отдых:

$$t_{\text{отд}} = \beta \cdot t_{\text{оп}},$$

Найдем время на отдых для каждой операции:

Операция токарная с ЧПУ 010:

$$t_{\text{отд}} = 0,04 \cdot 4,8 = 0,19 \text{ мин};$$

Операция фрезерная с ЧПУ 015:

$$t_{\text{отд}} = 0,04 \cdot 1,5 = 0,06 \text{ мин};$$

Расчет штучного времени:

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{отд}},$$

Посчитаем штучное время для каждой операции:

Операция токарная с ЧПУ 010:

$$t_{\text{шт}} = 4,8 + 0,15 + 0,19 = 5,14 \text{ мин};$$

Операция фрезерная с ЧПУ 015:

$$t_{\text{шт}} = 1,5 + 0,05 + 0,06 = 1,6 \text{ мин};$$

Расчет штучно-калькуляционного времени:

$$t_{\text{шт.к.}} = \sum t_{\text{шт}} + \frac{\sum t_{\text{пз}}}{N},$$

Где -объем партии деталей.

Операция токарная с ЧПУ 010:

$$t_{\text{шт.к.}} = 5,14 + \frac{7}{500} = 5,2 \text{ мин};$$

Операция фрезерная с ЧПУ 015:

$$t_{\text{шт.к.}} = 1,6 + \frac{8}{500} = 1,6 \text{ мин};$$

Вывод по разделу технологическая часть.

В данном разделе было рассмотрено назначение детали ее конструкторское описание. Было определено тип производства, выбрано заготовка. Спроектировано процесс изготовления детали. Произведен размерный анализ детали, было рассчитано допуски, припуски. Подобрано оптимальное оборудование и инструменты для изготовления данной детали. Произведён расчет режимов обработки и нормы времени требуемый для изготовления детали.

2 Конструкторская часть

Решение задач, поставленных перед машиностроением, неразрывно связано с необходимостью как совершенствования имеющейся, так и с проектированием и внедрением новой, прогрессивной технологической оснастки, в том числе приспособлений.

При проектировании станочных приспособлений среди множества различных задач, которые приходится решать технологу и конструктору, наиболее важными являются установка и закрепление детали в приспособлении, и выбор привода приспособления.

Схему приспособления можно представить в следующем виде:



Рисунок 10 - Схема приспособления.

Исходя из трудности установки детали, выполняется разработка приспособления для фрезерной операции.

В предоставленном разделе работы рассматривается приспособление для операции 015, найдены силы закрепления и проведен расчет узлов приспособления. Проведен анализ технологичности и собираемости узла, разработана технология сборки совместно со схемой сборки.

2.1 Анализ исходных данных

В качестве операции для проектирования была выбрана фрезерная операция.

Техническое задание на проектирование специального станочного приспособления приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Техническое задание для проектирования специального приспособления

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Зажимное устройство для фрезерования квадратного сечения и обработки отверстий на фрезерном станке с ЧПУ AMAN 3040 4axis 800W (Z=13)
Основание для обработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Крышка»
Цель и назначение обработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	Тип производства – среднесерийный. Программа выпуска – 500 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку модели AMAN 3040 4axis 800W (Z=13)
Документация, Подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел – конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация.

2.2 Описание работы приспособления и принцип зажимного устройства

Делая упор на технические заключения и начальные данные, приступаю к проектированию приспособления. Целью предоставленного раздела считается создание работоспособности в изготовлении и отвечающему всем притязаниям систем конструкции приспособления.

Для выполнения принципиальной схемы и сборки приспособления, надо квалифицировать сравнительно каких плоскостей детали будет происходить ее закрепление на станке.

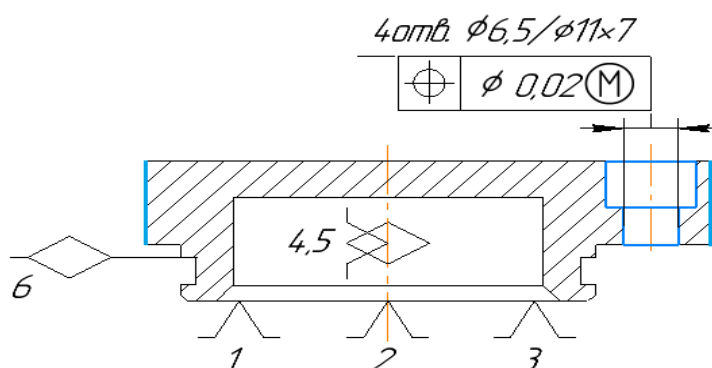


Рисунок 11 - Деталь с указанием мест приложенных усилий

В связи с принятой схемой базирования, заготовку для изготовления крышки необходимо установить на плоскость (3 базы), упереть в наружный диаметр (2 базы).

Приспособление представляет собой основание которое закрепляется на рабочем столе с помощью 4 сухарей по ГОСТ 14730-69 и 4 винтов М24 ГОСТ 11738-84. для базирования заготовки на основании есть уступ с двумя плоскостями. Заготовка прижимается к основанию болтами, которые прижимают заготовку через прижимы.

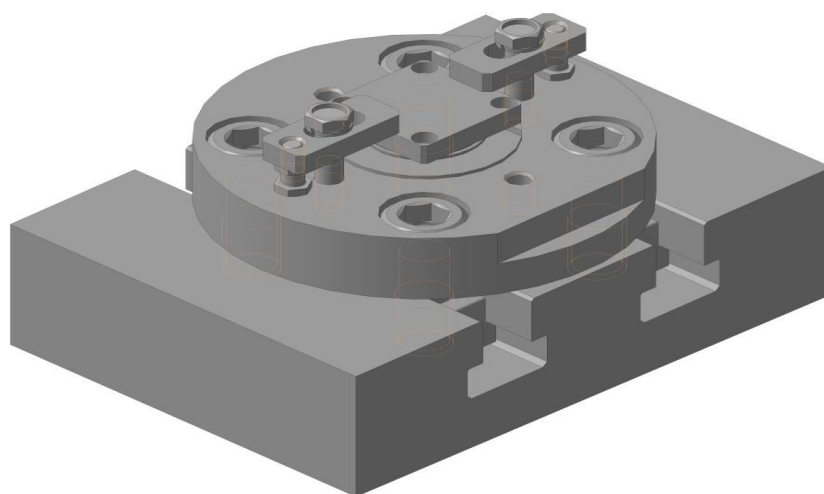


Рисунок 12 – Специальное приспособление для операции фрезерная с ЧПУ

Обработаем 2 грани, 4 отверстия, получим:

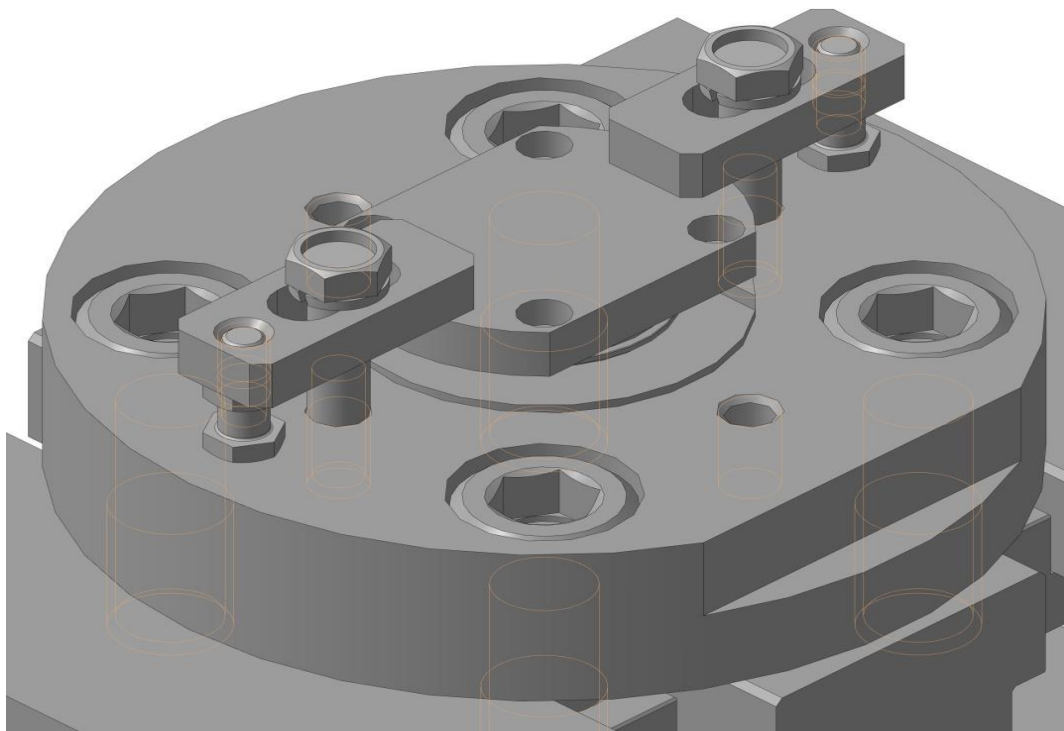


Рисунок 13 – Фрезерная с ЧПУ программа 1

Далее не убирая первые 2 прижима, установим еще 2, для сохранения ориентации заготовки.

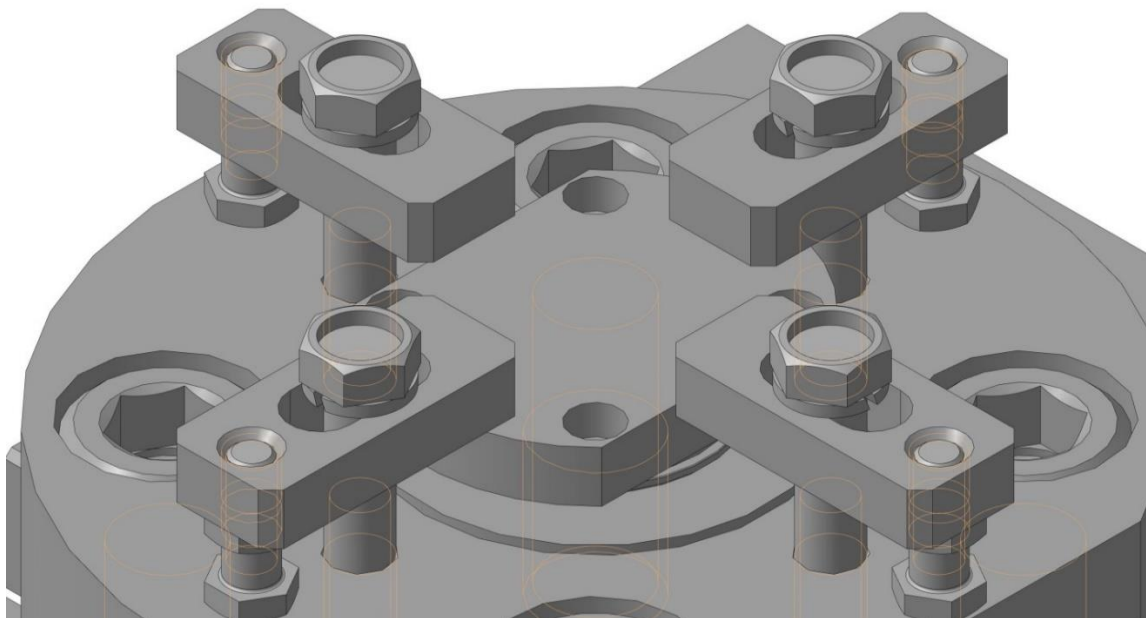


Рисунок 14 – Приспособление с двумя дополнительными прижимами

Далее уберем первые два прижима, получим:

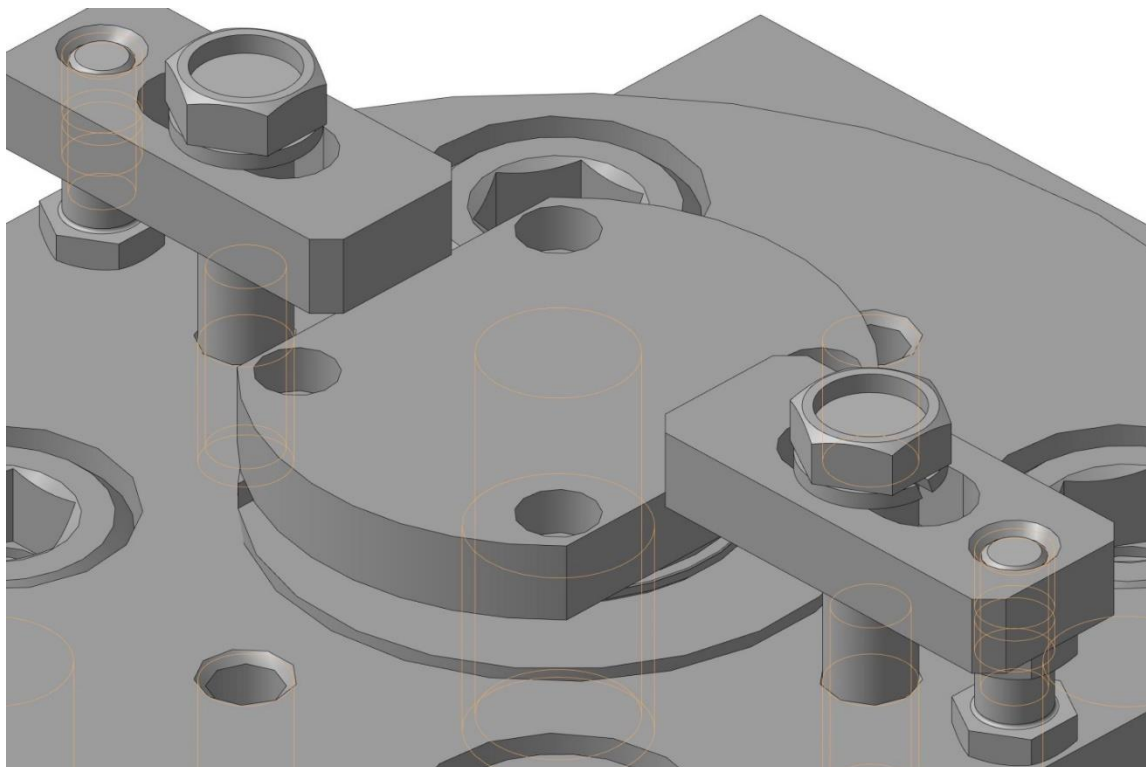


Рисунок 15 – Приспособление готовое к обработке
оставшихся торцев

Обработаем остальные торцы, получим:

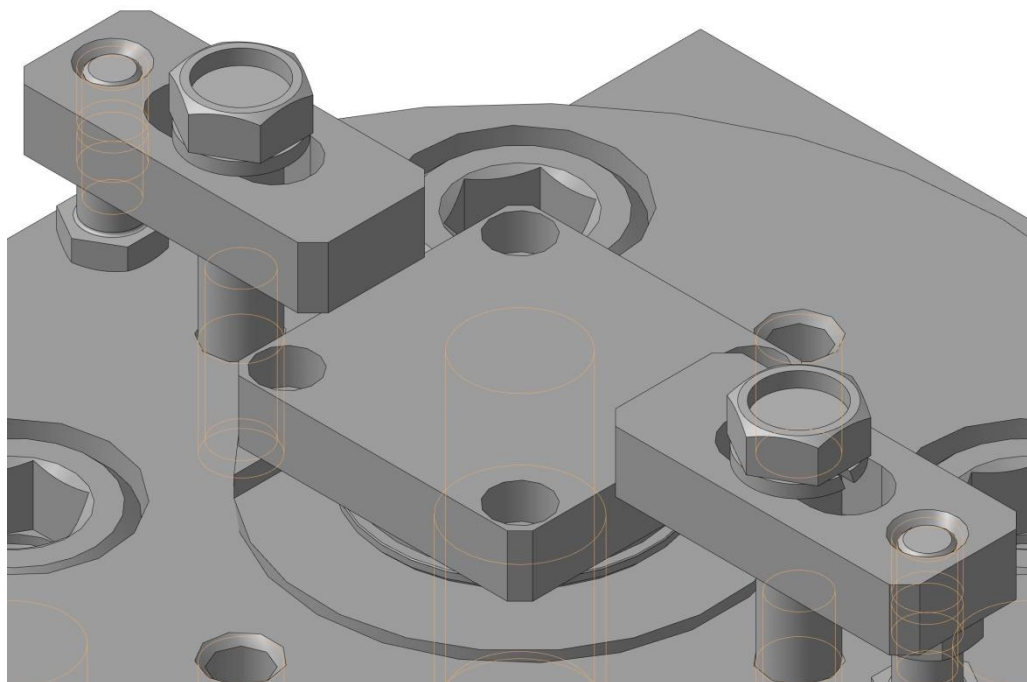


Рисунок 16 – Готовая деталь в приспособлении

Сборочный чертеж приспособления приложим в приложении.

2.3 Точностной расчет приспособления

Проведем расчет зажимного приспособления на точность. Чтобы определить точность приспособления для выдерживаемого на операции позиционного допуска, необходимо суммировать все погрешности, влияющие на точность. Распределение большинства погрешностей, составляющих суммарную, подчиняется закону нормального распределения и поэтому при расчетах можно воспользоваться уравнением:

$$E_{\text{пр}} = \left[T - K_T \cdot \left[(K_{T1} \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2 + (K_{T2} \cdot W)^2 \right]^{0,5} \right] \quad (2.1)$$

Где T —допуск соосности, $T=30\text{мкм}$;

K_T — коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, $= 1,2$; K_T

K_{T1} — коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках, $= 0,6$; K_{T1}

K_{T2} — коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления, $= 0,7$; K_{T2}

W — экономическая точность обработки;

ε_6 — погрешность базирования заготовки в приспособлении;

ε_3 — погрешность за крепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима;

ε_y — погрешность установки приспособления на станке;

$\varepsilon_{\text{и}}$ — погрешность положения заготовки, возникающая в результате изнашивания элементов приспособления;

$\varepsilon_{\text{п}}$ —погрешность от перекоса инструмента.

Погрешность базирования в данном случае возникает за счет установки приспособления. Наибольший зазор между пальцем и отверстием:

$$S_{\text{max}} = \delta_A + \delta_B + S_{\text{min}}, \quad (2.2)$$

Где δ_A —допуск на отверстие, 43мкм ; $\delta_A =$

δ_B –допуск на диаметр пальца, 21мкм; $\delta_B =$

S_{min} –минимальный зазор, 12мкм; $S_{min} =$

$S_{max} = 43+21+12=76$ мкм.

Погрешность базирования:

$$\varepsilon_6 = 30 \cdot tg \left(\frac{S_{max}}{L} \right) = \frac{0,076}{444} = 51 \text{ мкм.}$$

Для рассматриваемого случая $\varepsilon_6 = 6$, т.к. силы закрепления действуют перпендикулярно и вдоль оси у, установочной плоскости;

$$\varepsilon_{\Pi} = 12 \text{ мкм;}$$

Экономическая точность 30мкм; $W =$

$$E_{\text{пр}} = [30 - 1,2 \cdot [(0,6 \cdot 51)^2 + 0,3^2 + (0,7 \cdot 30)^2]^{0,5}] = 4 \text{ мкм.}$$

2.4 Проектирование технологической схемы сборки

Составим технологическую карту сборки приспособления для фрезерной операции, маршрут технологического процесса сборки праведен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Сборка приспособления

Номер операции	Название	Содержание
005	СБ1	
010	Установка на станок	Установить СБ1 на стол фрезерного станка AMAN 3040 4axis 800W (Z=13), базируя штифтом направляющим 6 по центральному пазу стола. Установить болт для Т-образных пазов болтом. (Спецификация представлена в прил. А)

2.5 Выбор зажимных элементов передаточного механизма, определение сил зажима и на исходном звене

По схеме приспособления (рис 2.5) составим уравнение относительно оси X.

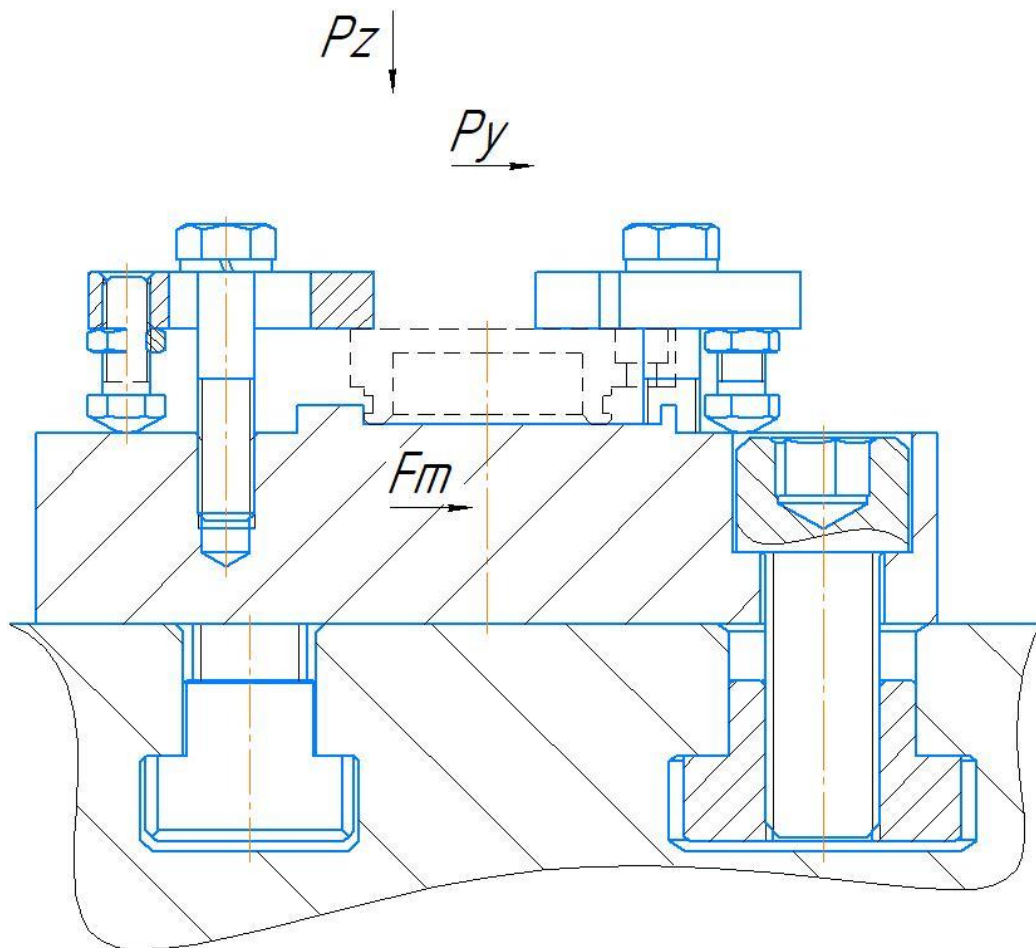


Рисунок 17 – Схема приспособления

$$\sum F_x = 0; \quad ; \quad \sum F_y = 0 \quad P_{zy} - F_{тр} = 0$$

Где F_m – сила резания, при черновом фрезеровании плоскости, $42H; P_{zy} P_{zy} =$

$F_{тр}$ – сила трения шайбы о заготовку, $F_{тр} = Q k_{тр}$.

Где Q – сила действия шайбы о заготовку.

$k_{тр} = 1,6$ – коэффициент трения стали;

$Q \cdot 93 = 0,16$, отсюда $582H. Q =$

Расчет силового привода.

В качестве силового привода в данном зажимном приспособлении используем, болт, который должен развивать соответствующую силу.

Номинальный диаметр болта можно рассчитать по формуле:

$$d = C \cdot \sqrt{\frac{P_6}{\sigma}} = 1,2 \cdot 2,5 = 3 \text{ мм.}$$

где C – коэффициент для основной метрической резьбы, $C = 1,2$;

P_6 – сила болта, необходимая для закрепления заготовки, Н;

σ – напряжение растяжения для винтов из стали 45 с учетом износа резьбы 100 МПа.

Принимаем болт М12.

Рассчитаем момент, который необходимо развить на гайке для получения за данной силы закрепления.

$$M = \tau_{\text{ср}} \cdot P_6 \cdot tg(\alpha + \beta) + M_{\text{тр}}, \quad (2.3)$$

Где $\tau_{\text{ср}}$ – средний радиус резьбы, $0,45\tau_{\text{ср}} = d = 0,45 \cdot 12 = 5,4 \text{ мм}$;

α – угол подъема резьбы, для М12 $\alpha = 4^\circ$;

β – угол трения в резьбе, $\beta = 10,30^\circ$;

$M_{\text{тр}}$ – момент трения на опорном торце гайки.

$$M_{\text{тр}} = \frac{1}{3} f P_6 \frac{D_{\text{н}}^3 - d_{\text{в}}^3}{D_{\text{н}}^2 - d_{\text{в}}^2}, \quad (2.4)$$

Где $D_{\text{н}}$ – номинальный диаметр болта, $1,7D_{\text{н}} = d$;

$d_{\text{в}}$ – диаметр вершины резьбы, $d_{\text{в}} = d$

f – коэффициент трения, $f = 0,12$.

После всех преобразований и подстановок формула для момента примет вид:

$$M = 0,2d \cdot P_6 = 0,02 \cdot 16 \cdot 582 = 186,24 \text{ Нм.}$$

Вывод по разделу конструкторкой части

В данном разделе спроектировали специальное приспособление для фрезерной операции в условиях мелкосерийного производства. В ходе проектирования анализировали данные, произвели расчет силы зажима, точность приспособление. Подобрали зажимные устройства и проектировали схему сборки приспособление.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л52	Ханаеву Фарруху Шахарбой угли

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материально-технические ресурсы: компьютер (50000р); лицензия КОМПАС-3D v17.1 HOME (1год – 1500р); лицензия Microsoft Office (4355р); энергетические ресурсы: ЭЭ (3,42 p/KBm)
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	5% расходы на совершение сделки купли-продажи; 10% - прочие расходы; 1,3 – районный коэффициент
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	НДС – 20%; Затраты на единый социальный налог (ЕСН) – 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	...
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	...
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	...

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. График Ганта (Линейный график работ)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	20.02.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Криницына Зоя Васильевна	к.т.н., доцент		20.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л52	Ханаев Фаррух Шахарбой угли		20.02.2020

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Данный раздел выполним в соответствии с учебно-методическим пособием.

Цель раздела – комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Необходимо оценить полные денежные затраты на разработку технологического процесса, а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы. Раздел должен быть завершен комплексной оценкой научно-технического уровня ВКР на основе экспертных данных.

3.1 Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

В данном пункте составим полный перечень проводимых работ, определим их исполнителей и рациональную продолжительность. Наглядным результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Так как число исполнителей редко превышает двух (степень распараллеливания всего комплекса работ незначительна) в большинстве случаев предпочтительным является линейный график. Для его построения хронологически упорядоченные вышеуказанные данные должны быть сведены в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение плана работ	НР, И	НР – 100% И – 5%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 20% И – 100%
Составление и согласование технологического маршрута	НР, И	НР – 30% И – 100%
Выбор средств технологического обеспечения	НР, И	НР – 10% И – 100%
Выбор и расчет режимов резания	И	И – 100%
Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ	И	И – 100%
Оформление графического материала	И	И – 100%
Выбор средства технологического обеспечения	НР, И	НР – 10% И – 100%
Расчет средства технологического обеспечения	И	И – 100%
Оформление комплекта технологической документации	И	И – 100%
Расчет социальной ответственности	И	И – 100%
Расчет финансового менеджмента	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

3.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ может осуществляться двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

Первый применяется в случаях наличия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых процессов, что в свою очередь обусловлено их высокой повторяемостью в устойчивой обстановке. Так как исполнитель работы зачастую не располагает соответствующими нормативами, то используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- экспертный.

Аналоговый способ привлекает внешней простотой и около нулевыми затратами, но возможен только при наличии в поле зрения исполнителя НИР не устаревшего аналога, т.е. проекта в целом или хотя бы его фрагмента, который по всем значимым параметрам идентичен выполняемой НИР. В большинстве случаев он может применяться только локально – для отдельных элементов (этапов работы).

Экспертный способ используется при отсутствии вышеуказанных информационных ресурсов и предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется по усмотрению исполнителя одна из двух формул.

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5}, \quad (3.1-a)$$

$$t_{ож} = \frac{t_{min} + 4 \cdot t_{prob} + t_{max}}{6} \quad (3.1-б)$$

где: t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

t_{prob} – наиболее вероятная продолжительность работы, дн.

Вторая формула дает более надежные оценки, но предполагает большую «нагрузку» на экспертов.

Для выполнения перечисленных в таблице 3.1 работ требуются специалисты:

- инженер – в его роли действует исполнитель НИР (ВКР);
- научный руководитель.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д} \quad (5.2)$$

где: $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{ВН} = 1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{Д} = 1-1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, \quad (3.3)$$

где: $T_{\text{КД}}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{\text{К}}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле:

$$T_{\text{К}} = \frac{T_{\text{КАЛ}}}{T_{\text{КАЛ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}} \quad (3.4)$$

где: $T_{\text{КАЛ}}$ – календарные дни ($T_{\text{КАЛ}} = 365$);

$T_{\text{ВД}}$ – выходные дни ($T_{\text{ВД}} = 52$);

$T_{\text{ПД}}$ – праздничные дни ($T_{\text{ПД}} = 14$).

$$T_{\text{К}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,2207$$

В таблице 5.2 приведен пример определения продолжительности этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. В столбцах (3–5) реализован экспертный способ по формуле (3.1-а), при использовании формулы (5.1-б) необходимо вставить в таблицу дополнительный столбец для t_{prob} . Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоемкости этапа для каждого из двух участников проекта (научный руководитель и инженер) с учетом коэффициента $K_{\text{Д}} = 1,2$. Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение $t_{\text{ож}} * K_{\text{Д}}$. Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на $T_{\text{К}}$ (здесь оно равно 1,2207). Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоемкости для каждого из участников проекта. Две последних величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям $T_{\text{КД}}$ (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта – см. пример в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполни- тели	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел. - дн.			
					ТРД		ТКД	
		tmin	tmax	тож	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2	4	2,8	3,36	-	4,0488	-
Составление и утверждение плана работ	НР, И	4	6	4,8	5,76	0,288	6,9408	0,34704
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	10	15	12	2,88	14,4	3,4704	17,352
Составление и согласование технологического маршрута	НР, И	4	8	5,6	2,688	6,72	3,23904	8,0976
Выбор средств технологического обеспечения	НР, И	4	6	4,8	0,864	5,76	1,04112	6,9408

Продолжения Таблица 3.2

Выбор и расчет режимов резания	И	2	4	2,8	-	3,36	-	4,0488
Оформление графического материала	И	6	8	6,8	-	8,16	-	9,8328
Выбор средства технологического обеспечения	НР, И	4	8	5,6	-	6,72	-	8,0976
Расчет средства технологического обеспечения	И	4	6	4,8	1,152	5,76	1,38816	6,9408
Оформление комплекта технологической документации	И	2	6	3,6	-	4,32	-	5,2056
Расчет финансового менеджмента	И	3	6	4,2	-	5,04	-	6,0732
Расчет социальной ответственности	И	2	6	3,6	-	4,32	-	5,2056
Подведение итогов	НР, И	2	6	3,6	2,592	4,32	3,12336	5,2056
Итого:				68,8	19,296	73,488	23,25168	88,55304

Таблица 3.3 – Линейный график работ

Этап	НР	И	Январь		Февраль			Март			Апрель		
			10-20	31	10	20	29	10	20	31	10	20	30
1	4,0488	–	■										
2	6,9408	0,34704		■									
3	3,4704	17,352		■	■								
4	3,23904	8,0976				■							
5	1,04112	6,9408					■						
6	–	4,0488						■					
7	–	8,0976						■					
8	1,38816	6,9408							■				
9	–	5,2056							■				
10	–	5,2056								■			
11	–	5,2056									■		
12	3,12336	5,2056										■	
13	–	6,0732										■	

■ - НР

■ - И

3.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

3.2.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Кроме того статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с

транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю. Сюда же включаются расходы на совершение сделки купли-продажи (т.н. транзакции). Приблизительно они оцениваются в процентах к отпускной цене закупаемых материалов, как правило, это $5 \div 20 \%$. Исполнитель работы самостоятельно выбирает их величину в указанных границах.

Таблица 3.4 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб	Кол - во	Сумма, руб.
Услуги печати:			
A4	2	80	475
A3 (.cdw, .dwg)	35	1	
A1	50	3	
Брошюровка	130	1	
Канцелярия:			
тетрадь	20	1	115
ручка	80	1	
пишущий стержень	15	2	
Лицензия КОМПАС – 3D v17.1 HOME (1 год)	1 500	1	5 855
Microsoft Office 2019 Home & Student FPP	4 355	1	
Итого:			6 445

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны:

$$C_{\text{мат}} = 6445 + 5\% = 6767,25 \text{ руб.}$$

3.2.2 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Величины месячных окладов (МО) для сотрудников ТПУ можно получить из приложения 1. Оклад инженера принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации в организации, где исполнитель проходил преддипломную практику. При отсутствии такового берется оклад инженера собственной кафедры (лаборатории).

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \text{МО} / 25,083 \quad (4.6)$$

учитывающей, что в году 301 рабочий день и, следовательно, в месяце в среднем 25,083 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Расчет затрат на полную заработную плату приведем в виде таблицы 5.6. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 5.2. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{\text{ПР}} = 1,1$; $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,118$; $K_{\text{р}} = 1,3$ [6]. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}} = 1,1 * 1,118 * 1,3 = 1,699$. Вышеуказанное значение $K_{\text{доп.ЗП}}$ применяется при шестидневной рабочей

неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае $K_{и} = 1,62$.

Расчет заработной платы представим в виде таблицы:

Таблица 3.5 – затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб. день	Затраты времени, раб. дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	35 120	1400,152	19	1,699	45 198,307
И	26 300	1048,519	74	1,62	125 696,458
Итого					170 894,765

3.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на социальные нужды, включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{соц.} = C_{зп} \cdot 0,3$ [6]. Итак, в нашем случае

$$C_{соц.} = 170894,765 \cdot 0,3 = 51268,4295 \text{ руб.}$$

3.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле[6]:

$$C_{эл.об.} = P_{об} \cdot t_{об} \cdot Ц_{э} \quad (3.7)$$

где $P_{об}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{э}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{об}$ – время работы оборудования, час.

Так как работа на 99% выполнялась на домашнем ПК тариф одно ставочный на электроэнергию для населения (на первое полугодие 2020года) $\text{Ц}_э = 3,42 \text{ руб./кВт}\cdot\text{час}$ (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 5.2 для инженера ($T_{рд}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{об} = T_{рд} \cdot K_t, \quad (3.8)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{рд}$, определяется исполнителем самостоятельно. В ряде случаев возможно определение $t_{об}$ путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{об} = P_{ном.} \cdot K_C \quad (3.9)$$

где $P_{ном.}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Расчет затрат на электроэнергию для технологических целей представим в виде таблицы:

Таблица 3.6 – Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $\text{Э}_{об}$, руб.
Персональный компьютер	592·0,8	0,539	873,025

3.2.5 Расчет амортизационных отчислений

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта. Используется формула:

$$C_{AM} = \frac{N_A \cdot Ц_{ОБ} \cdot t_{рф} \cdot n}{F_D}, \quad (3.10)$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$Ц_{ОБ}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

F_D – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку C_{AM} . Например, для ПК в 2015 г. (298 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) можно принять $F_D = 298 \cdot 8 = 2384$ часа;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта [6];

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

Для определения N_A следует обратиться к приложению 1, содержащему фрагменты из постановления правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы». Оно позволяет получить рамочные значения сроков амортизации (полезного использования) оборудования $\equiv C_A$. Например, для ПК это $2 \div 3$ года. Необходимо задать конкретное значение C_A из указанного интервала, например, 2,5 года.

Далее определяется N_A как величина обратная CA , в данном случае это $1: 2,5 = 0,4$.

Сстоимость ПК 50000 руб., время использования 592 часа, тогда для него начисленная амортизация составит:

$$C_{AM} = \frac{0,4 \cdot 50000 \cdot 592 \cdot 1}{2408} = 4916,944 \text{ руб.}$$

3.2.6 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{нп}}) \cdot 0,1$$

Для нашего примера это:

$$C_{\text{проч.}} = (6767,25 + 170894,765 + 53268,429 + 873,025 + 4916,944) \cdot 0,1 = 23672,041 \text{ руб.}$$

3.2.7 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта (представим в виде таблицы 3.7)

Таблица 3.7 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	6 767,25
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	170 894,765
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	53 268,429
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	873,025
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	4916,944

Продолжение таблицы 3.7

Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	23 672,041
Итого:		260 392,454

Таким образом, затраты на разработку составили $C=260\,392,454$ руб.

3.2.8 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Если исполнитель не располагает данными для применения сложных методов, то прибыль следует принять в размере 5-20% от себестоимости проекта. В нашем проекте прибыль будет составлять 52 078,491 (20%) от расходов на разработку проекта.

3.2.9 Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае НДС составит:

$$(260392,454 + 52078,491) \cdot 0,2 = 62494,189 \text{ руб.}$$

3.2.10 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС.

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 260392,454 + 52078,491 + 62494,189 = 374965,134 \text{ руб.}$$

3.3 Оценка экономической эффективности проекта

Актуальным аспектом качества выполненного проекта является экономическая эффективность его реализации, т.е. соотношение

обусловленного ей экономического результата (эффекта) и затрат на разработку проекта. Так как последние являются единовременными, то мы имеем дело с частным случаем задачи оценки экономической эффективности инвестиций, т.е. вложением денежных средств в предприятие, организацию, отраслевую, региональную социально-экономическую систему и т.п. (т.н. объекты инвестиций) с целью получения определенного результата в будущем. Отличительными особенностями инвестиций, особенно когда речь идет о вложениях в нематериальные активы в форме НИР и ОКР являются:

- результат может быть получен в течение ряда последующих лет, в общем случае – на протяжении жизненного цикла создаваемой системы;
- результаты инвестиций содержат элементы риса и неопределенности;
- связывание на некоторое время финансовых средств инвестора.

Инвестиции предполагают расширение функциональных возможностей их объектов, влияя на многие стороны их деятельности. Посредством правильной инвестиционной политики организации достигают своих стратегических и тактических целей, таких как проникновение на рынок, увеличение доли рынка, рост доходности и т.д.

Необходимость экономической оценки инвестиций связана со следующими факторами:

- ограниченность источников финансирования;
- наличие многих направлений инвестирования средств;
- различие в отдаче инвестиций, направляемых на различные цели.

Это вызывает необходимость качественного и количественного анализа исходного множества инвестиционных проектов с целью отбора ограниченного множества наиболее эффективных. Исходным является качественный анализ, в ходе которого проекты проверяются по ряду критериев, среди которых типовыми являются:

- соответствие целям и стратегии развития объекта инвестирования;
- соответствие финансовым возможностям инвестора;

- правовая обеспеченность проекта;
- обеспеченность кадрами специалистов, сырьевой базой, каналами сбыта и т.д.

Качественный анализ позволяет радикально ограничить круг перспективных проектов, но зачастую его недостаточно для формирования окончательного множества, подлежащего реализации. В этом случае он дополняется количественным анализом, предполагающим использование ряда расчетных показателей, позволяющих в итоге про ранжировать оставшиеся проекты с точки зрения их экономической эффективности.

Каждый из таких показателей, представляет собой количественную модель соотнесения величины инвестиций в проект с адекватным им экономическим результатом (эффектом), при этом и те и другие могут носить распределенный в календарном времени характер.

Прежде чем приступить к расчету данных показателей, необходимо основательно разобраться с содержанием и масштабами ожидаемого эффекта. Что касается инвестиций, будем считать, что их характеристики определены в ходе предварительной проработки проекта.

В зависимости от того, в какой сфере и форме проявляется эффект различают следующие его виды: бюджетный, народнохозяйственный, коммерческий. Адекватно различаются виды эффективности инвестирования.

Первый связан с последствиями осуществления проекта для федерального, регионального и местного бюджетов.

Это могут быть изменения налоговых поступлений, поступлений за пользование природными ресурсами, поступлений таможенных пошлин и акцизов по продукции, производимой в соответствии с проектом, снижение затрат бюджета на субсидирование отдельных производств и т.п.

Второй отражает результаты реализации проекта с точки зрения интересов всего народного хозяйства, а также участвующих в нем регионов,

отраслей и организаций. Он обычно проявляется в увеличении выручки от реализации продукции, снижении затрат на ее производство и эксплуатацию, на управление производством и т.д.

Третий отражает финансовые последствия проекта для его участников – изменение финансовых результатов их деятельности, уровня капитализации участников проекта.

Определение круга учитываемых при расчете показателей эффектов является одним из исходных пунктов оценки эффективности инвестиций и делается исполнителем по согласованию с руководителем экономической части проекта.

3.3.1 Определение срока окупаемости инвестиций (PP – payback period)

Данный показатель определяет продолжительность того периода, через который инвестиции будут возвращены полученной благодаря им прибылью. Чем меньше PP, тем эффективнее проект. Использование показателя предполагает установление для него приемлемого значения как меры эффективности инвестиций.

Используется формула:

$$PP = \frac{I_0}{PP_{\text{ч}}}, \quad (2.10)$$

Где: I_0 – величина инвестиций;

$PP_{\text{ч}}$ – годовая чистая прибыль.

(2.10) применяется в тех случаях, когда величины $PP_{\text{ч}}$ примерно равны по годам эксплуатационной стадии проекта. Если это не так, то применяется следующая модификация (2.11)

$$PP = n_{\text{ц}j} + \frac{\Delta PP_{\text{ч}j}}{PP_{\text{ч}j+1}}, \quad (2.11)$$

Где: $n_{\text{ц}j}$ – целое число лет, при котором накопленная сумма прибыли наиболее близка к величине инвестиций I_0 , но не превосходит ее;

$\Delta PR_{чj}$ – непокрытая часть инвестиций по истечении $n_{цj}$ лет реализации проекта;

$PR_{чj+1}$ – прибыль за период, следующий за $n_{цj}$ -м.

Величину инвестиций назначим исходя из технико–экономических показателей технологического процесса (см. табл. 9,10).

Произведем расчет и представим его в виде таблицы 3.8

Таблица 3.8 – Накопленные денежные поступления по проекту

Год	Инвестиции	Прибыль	Накопленный денежный поток
0	-12	0	-12
1	-	5	-7
2	-	4	-3
3	-	3	0
4	-	2	2
5	-	2	4

Здесь 3-й год эксплуатационного периода дает минимум непокрытого остатка (0) от инвестированной суммы в 12 млн. руб., следовательно, $n_{цj}=3$.

Тогда $\frac{\Delta PR_{чj}}{PR_{чj+1}} = 0/2 = 0$; следовательно, $PP \approx 3$ года.

Очевидным недостатком рассмотренного показателя является его относительный характер – он не отражает масштаб проекта и соответственно объем полученного результата. Поэтому наряду с PP целесообразно рассчитать величину накопленного чистого эффекта по формуле

$$NPV = \sum_{j=1}^n PR_{чj} - I_0$$

где n – продолжительность в годах периода оценки эффекта, например, жизненного цикла проекта или прогнозируемого периода. Очевидно, что в итоге реализации проекта эта величина должна быть положительной, иначе проект убыточен.

Если период реализации проекта больше одного года и величины $PP_{ч}$ существенно различаются по годам реализационного периода, то необходимо учесть изменение ценности денег во времени. В этом случае при расчете по формулам вместо величин $\Delta PP_{чj}$ и $PP_{чj+1}$ следует использовать их дисконтированные аналоги, получаемые путем деления $\Delta PP_{чj}$ и $PP_{чj+1}$ на $(1 + i)^j$, где i – ставка дисконтирования (целевой уровень годовой доходности инвестируемых средств). Она принимается исполнителем по согласованию с руководителем экономической части проекта. При определении $n_{цj}$ также используются дисконтированные значения ежегодной прибыли. Такая (динамическая) оценка инвестиций является более надежной, особенно при сравнении конкурирующих проектов. В таблице 3.3 показано, как определяется значение PP для тех же исходных данных, что и в таблице 3.2, но с учетом убывания реальной стоимости результатов в будущие периоды (годы) относительно периода инвестирования – чем дальше в будущее, тем она меньше на единицу номинального эффекта, принято, что $i = 0,1$.

Таблица 3.9 – Расчет дисконтированного срока окупаемости

Год	Инвестиции	Номинальная Прибыль	Коэффициент дисконтирования $1/(1+0,1)$	Дисконтированная прибыль	Накопленный денежный поток
0	-12	0	1	0	-12
1	-	5	0,9091	4,5455	-7,4545
2	-	4	0,8264	3,3056	-4,1489
3	-	3	0,7513	2,2539	-1,895
4	-	2	0,683	1,366	-0,529
5	-	2	0,6209	1,2418	0,7128

Здесь 4-й год эксплуатационного периода дает минимум непокрытого остатка (0,529) от инвестированной суммы в 2 млн. руб., следовательно,

$n_{цj}=4$. Тогда $\frac{\Delta ПР_{цj}}{ПР_{цj+1}} = 0,529/0,7128 = 0,742$; следовательно, $PP \approx 4,742$ года.

Заключение

В данной части работы были произведена организация и планирование работ, расчет сметы затрат на выполнение проекта, и оценка экономической эффективности проекта. В ходе данного раздела была определена цена научно-исследовательской работы, она составила 374965,134 руб; определен срок окупаемости инвестиций с учетом изменения ценности денег во времени, он составил 4,724 года.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л52	Ханаеву Фарруху Шахарбой угли

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Крышка»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является производственный технологический процесс изготовления детали типа «Крышка». Области применения всевозможные механические передачи.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> — специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; — организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	- Условия труда должны отвечать всем требованиям международных стандартов в области охраны труда. - Рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам. СанПиН 2.2.4.548-96, ГОСТ 12.1.003-2014 «ССБТ, СанПиН 2.2.4./2.1.8.582-96, СНиП 2.07.01-89, СНиП II-89-80. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019)
2. Профессиональная производственная безопасность: 2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2 Анализ выявленных вредных и опасных факторов которые могут возникнуть при внедрении разработки на производство 2.3 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов	Наличие в воздухе аэрозолей; Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека; Повышенный уровень шума на рабочем месте; Повышенный уровень вибрации; Недостаточная освещенность рабочей зоны; Отклонение показателей микроклимата;
3. Экологическая безопасность:	Область воздействия на атмосферу, гидросферу, литосферу не значительны
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Наиболее типичной чрезвычайной ситуацией для производственного цеха является пожар. В целях предотвращения возгорания необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент, ООД	Белоевко Елена Владимировна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л52	Ханаев Фаррух Шахарбой угли		

4. Социальная ответственность

Введение

В разделе социальная ответственность рассмотрены вопросы, связанные с особенностями производственного процесса при изготовлении детали «Крышка» на предприятии АО «АГМК» МОФ, с использованием следующих оборудований: 8Г661, 16К20, 16К20П, 6Р13 и 2Н118.

Рабочее место расположено в цеху металлообработки АО «АГМК» МОФ. Завод расположен в черте города, вблизи жилого района.

Проведён анализ возможного появления опасных и вредных производственных факторов и их влияние на условия работы; разработаны мероприятия по технике безопасности, направленные на снижение или устранение этих факторов.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

- ГОСТ 12.0.003–74 «Опасные и вредные факторы».
- ГОСТ 12.1.003–83 «Шум. Общие требования безопасности».
- ГОСТ 12.1.004–91 «Пожарная безопасность».
- ГОСТ 14.004–83 Машиностроительное производство по ПБ 10–382–00

Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов
Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197–ФЗ (ред. от 27.12.2018)

- Федеральный закон от 22.07.2008 N 123–ФЗ (ред. от 10.07.2012)
"Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"

ГОСТ 12.2.003–74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»

- Федеральный закон от 24.07.1998 N 125–ФЗ (ред. от 29.12.2015) "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний"

– Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 68–ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" – Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ "О пожарной безопасности"

– ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»

– ГОСТ Р 22.3.03 94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения»

– ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования»

За состоянием безопасности труда установлены строгие государственный, ведомственный и общественный надзор и контроль. Государственный надзор осуществляют специальные государственные органы и инспекции, которые в своей деятельности не зависят от администрации контролируемых предприятий. Это Прокуратура РФ, Федеральный горный и промышленный надзор России, Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности, Государственный энергетический надзор РФ, Государственный комитет санитарно-эпидемиологического надзора РФ (Госкомсанэпиднадзор России), Федеральная инспекция труда при Министерстве труда РФ; Министерство РФ по атомной энергии.

Общий надзор за выполнением рассматриваемых законов возложен на Генерального прокурора РФ и местные органы прокуратуры. Надзор за соблюдением законодательства по безопасности труда возложен также на профсоюзы РФ, которые осуществляют контроль за обеспечением безопасности на производстве через техническую инспекцию труда. Контроль за состоянием условий труда на предприятиях осуществляют специально созданные службы охраны труда совместно с комитетом профсоюзов.

Контроль за состоянием условий труда заключается в проверке состояния производственных условий для работающих, выявлении

отклонений от требований безопасности, законодательства о труде, стандартов, правил и норм охраны труда, постановлений, директивных документов, а также проверке выполнения службами, подразделениями и отдельными группами своих обязанностей в области охраны труда. Ответственность за безопасность труда в целом по предприятию несут директор и главный инженер.

Ведомственные службы охраны труда совместно с комитетами профсоюзов разрабатывают инструкции по безопасности труда для различных профессий с учетом специфики работы, а также проводят инструктажи и обучение всех работающих правилам безопасной работы. Различают следующие виды инструктажа:

Вводный, первичный на рабочем месте, повторный внеплановый и текущий. Вводный инструктаж проводят со всеми рабочими и служащими независимо от профессии до приема на работу, а также с командированными и учащимися, прибывшими на практику.

Результаты всех видов инструктажа заносят в специальные журналы. За нарушение всех видов законодательства по безопасности жизнедеятельности предусматривается следующая ответственность:

1. Дисциплинарная;
2. Административная;
3. Уголовная;
4. Материальная.

4.2 Производственная безопасность

К вредным производственным факторам относятся факторы воздействие которых может вызвать профессиональные заболевания, к опасным производственным факторам относятся факторы, воздействие которых может привести к травме.

В производственных помещениях, где производится технологический процесс изготовления детали «Крышка», возможно появление следующих опасных и вредных производственных факторов которые приведены в таб. 4.1.

Таблица 4.1. – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- бот	Изгото- вле	Эксплу- ата	
1. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
2. Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
3. Повышенный уровень вибрации		+	+	СН 2.2.4/2.1.8.566–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.
4. Повышенный уровень шума на рабочем месте		+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
5. Повышенный уровень электромагнитных излучений.		+	+	ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности.
6. Незащищённые подвижные элементы производственного оборудования		+	+	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
7. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека 5эшоц		+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.

4.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов при разработке технологии изготовления детали "Крышка".

4.2.1.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Важную роль при создании благоприятных условий труда, для работающих с ПЭВМ, играет правильная организация световой среды (обеспечение оптимальной концентрации естественного и искусственного света).

Согласно СанПиН 2.2.2.542-96 при работе за персональным компьютером и документацией допускается комбинирование освещения. Местное освещение должно располагаться ниже или на уровне линии зрения работника так, чтобы не создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность в зоне документов должна быть в диапазоне 300-500 лк, а при работе исключительно с экраном 200 лк. Искусственное освещение располагается так, чтобы обеспечить хорошую видимость на мониторе компьютера.

4.2.1.2 Повышенный уровень вибрации

Основными причинами возникновения вибрации является работа Токарного станка с ЧПУ Comract 330, фрезерного станка с ЧПУ HAAS VF-1; фрезерного станка 6P81Г, которые производят основной сьем металла.

Основные меры защиты от вибрации:

1. Средства виброизоляции (виброизолирующие опоры; упругие прокладки; конструкционные разрывы)
2. Средства демпфирования (элементы с сухим трением; элементы с вязким трением; элементы с внутренним трением).

4.2.1.3 Повышенный уровень шума

Основными причинами возникновения шума и вибраций является работа токарного станка 16K20 и 16K20П фрезерного станка 6P13; которые производят основной сьем металла.

Основные меры защиты от шума

1. Средства звукоизоляции (звукоизолирующие ограждения зданий и помещений; звукоизолирующие кожухи; звукоизолирующие кабины; акустические экраны, выгородки)
2. Средства индивидуальной защиты от шума:
 - противошумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи;
 - противошумные вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему и другие.

4.2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия опасных и вредных факторов.

1 Мероприятия по снижению вибрации и шума

Для предотвращения вредного влияния вибрации на организм человека предусматривается комплекс технических и организационных мероприятий. Технические пути и средства борьбы с вибрацией разнообразны.

Агрегаты, создающие сильный шум вследствие вихреобразования или выхлопа воздуха, или газа, вентиляторы, воздуходувки, пневматические инструменты и машины необходимо снабжать специальными глушителями.

Если невозможно снизить шум технологического оборудования в источнике его образования, в паспорте или другой технической документации следует указывать дополнительные мероприятия по уменьшению шума на рабочих местах. Во всех мероприятиях должны быть подтверждены расчетами и рабочими чертежами перечисленных устройств, обеспечивающих соблюдение санитарных норм на рабочих местах.

2 Мероприятия по обеспечению безопасности работы с оборудованием.

1. Устанавливают защитные устройства (местные ограждения, крышки, кожуха и др.).

2. Крупногабаритные перемещающиеся части оборудования и транспортные устройства окрашивают чередующимися под углом 45° полосами желтого и черного цветов.

3. На наружной стороне ограждений наносят предупреждающий знак опасности по ГОСТ 12.4.026-76.

4. Контроль на станках размеров обрабатываемых заготовок и снятие деталей для контроля проводится лишь при отключенных механизмах вращения или перемещения заготовок, инструмента и приспособлений.

3 Мероприятия по организации рабочих мест

Вместо канцелярских столов необходим специальный стол с опорой для левой руки, с местом для размещения текстов программ, с регулируемыми по высоте клавиатурой и дисплеем;

При проектировании письменного стола должны быть учтены следующие требования:

Высота рабочей поверхности стола рекомендуется в пределах 680-800 мм;

Высота рабочей поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть 650 мм и другие согласно НТД.

4.3 Экологическая безопасность.

4.3.1 Защита атмосферы

В целях защиты атмосферы от загрязнения применяют следующие эко защитные мероприятия:

- экологизация технологических процессов;
- очистка газовых выбросов от вредных примесей;
- рассеивание газовых выбросов в атмосфере.

Для очистки выбросов от аэрозолей применяют различные типы устройств в зависимости от степени запыленности воздуха, размеров твердых частиц и требуемого уровня очистки: сухие пылеуловители (циклоны,

пылеосадительные камеры), мокрые пылеуловители (скрубберы и др.), фильтры, электрофильтры (каталитические, абсорбционные, адсорбционные) и другие методы для очистки газов от токсичных газо- и парообразных примесей.

4.3.2 Защита гидросферы

Поверхностные воды охраняют от засорения, загрязнения и истощения.

Для предупреждения от засорения принимают меры, исключая попадание в водоемы и реки строительного мусора, твердых отходов, разработанного грунта и других предметов, негативно влияющих на качество воды, условия обитания рыб и др.

Методы очистки сточных вод. В виду огромного разнообразия состава сточных вод существуют различные способы их очистки: механический, физико-химический, химический, биологический и др.

4.3.3 Защита литосферы

Основными видами промышленных отходов являются шлаки тепловых электростанций и металлургических заводов, отвалы пород горнодобывающих и горно-обогачительных предприятий, строительный мусор, осадки гальванических производств и так далее.

Промышленные отходы производства следует считать остатки сырья, материалов или полуфабрикатов, образовавшиеся при изготовлении продукции и полностью или частично утратившие свои потребительские свойства.

Утилизация твердых отходов представляет собой переработку отходов, имеющую целью использование полезных свойств отходов или их компонентов.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации классифицируются:

1. ЧС военного времени:

– вооруженные нападения на военные объекты и склады, выступления экстремистских групп, применение оружия массового поражения;

2. ЧС невоенного времени:

– техногенные;

– природные;

– биолого-социальные.

4.4.1 Пожарная безопасность

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работников и могут причинить огромный материальный ущерб.

В соответствии с категориями помещений по взрывопожарной и пожарной опасности производственное помещение, где производится механообработка можно отнести к категории Д.

К причинам возникновения пожара при работе с оборудованием можно отнести:

1. Причины неэлектрического характера;

2. Причины электрического характера.

Вывод по разделу социальная ответственность

В ходе проделанной работы было выявлено, что участки с вредными производственными факторами, разработаны меры по уменьшению вредного воздействия на здоровье людей, участвующих в процессе изготовления детали «Крышка».

Так же были предложены меры по предотвращению наиболее вероятной ЧС в Томской области.

Предложенные методы из этого раздела возможно внедрить на производство, при этом потребуются задействовать дополнительные финансовые затраты, которые увеличат конечную стоимость детали, но сохранит здоровье рабочих, которые задействованы при производстве детали крышка.

Заключение

В ходе данной выпускной квалификационной работы выполнена технологическая подготовка производства изготовления детали типа «Крышка», которая включает в себя разработку технологического процесса, расчет режимов механической обработки и норм времени, выбор оборудования и средств технического оснащения, проектирование специальной оснастки для фрезерной операции в условиях мелкосерийного производство.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был разработан график проведения технического проекта, рассчитан бюджет технического проекта и определена его ресурсоэффективность.

В разделе «Социальная ответственность» проведен анализ вредных и опасных факторов производственной среды. Также было рассмотрено вопросы обеспечения экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Список использованных источников

1. Обработка металлов резанием: Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. Ред. А.А.Панова. -М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.: ил.
2. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Скворцов В.Ф. Учебное пособие. Томск издательство ТПУ 2009,91с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 1. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.- 4-е издание, перераб. и доп.- М.: Машиностроение,1986.654 с.,ил
4. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 2. Под редакцией А.М. Дальского, А.Г.Суслова, А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. 4-е издание, исправл.- М.,Машиностроение-1, 2003. 944 с.,ил.
5. Технологии машиностроения. Выпускная квалификационная работа для бакалавров. Н.М. Султан-заде и др.
6. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч./В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б.Романов, В.А. Брагинский.7-е изд.,перераб. и доп. –Е.: издательство АТП, 2015 год.-Ч.1 543 с.,ил
7. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
8. Данилевский, В.В. Технология машиностроения / В.В. Данилевский. – М.: Высш. Школа, 1977. – 479 с.
9. Видяев, И.Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
10. Производственный менеджмент: учебник для бакалавров / под ред. И.Н. Иванова. – М.: Юрайт, 2013. – 574 с.

11. Панин В.Ф., Сечин А.И., Федосова В.Д. Экология для инженера // под ред. проф. В.Ф. Панина. – М.: Изд. Дом «Ноосфера», 2000. – 284 с.
12. Жуков, Виктор Ильич. Защита и безопасность в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие / В. И. Жуков, Л. Н. Горбунова; Сибирский федеральный университет (СФУ). — Москва; Красноярск: Инфра-М Изд-во СФУ, 2014. — 392 с.
13. Техника безопасности в электроэнергетических установках: справочное пособие / под ред. П. А. Долина. — Москва: Энергоатомиздат, 1987. — 400 с.
14. Грачёв, Николай Николаевич. Защита человека от опасных излучений / Н. Н. Грачёв, Л. О. Мырова. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. — 317 с
15. Авраамов, Ю. С. Защита человека от электромагнитных воздействий / Ю. С. Авраамов, Н. Н. Грачев, А. Д. Шляпин. — Москва: Изд-во МГИУ, 2002. — 232 с.
16. Пашков Е.Н. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Е.Н. Пашков, А.И. Сечин, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 24 с.
17. Белов, Сергей Викторович. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата / С.В. Белов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт ИД Юрайт, 2015. – 703 с.
18. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.
19. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1).

20. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 октября 1996 г. N 36).

21. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566–96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.

22. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.

23. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

24. СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ПРИЛОЖЕНИЕ В

99